

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

PROYECTO FIN DE CARRERA

CURSO CERO DE LOGÍSTICA Y CALIDAD



Escuela
Universitaria
Ingeniería
Técnica
Industrial
ZARAGOZA

Realizado por: Adrián Ruiz Soriano

24/04/2012

El presente proyecto trata sobre la realización de un curso cero de logística y de calidad. Con él se pretende que los alumnos que decidan cursar dichas asignaturas, tengan claro el temario que se va a impartir durante el curso en ambas y también, en la asignatura de calidad, los conocimientos básicos mínimos que harán posible el mejor entendimiento de dicha asignatura.



Contenido

1. Introducción	2
2. Objetivos	2
3. Explicación de las herramientas usadas.....	3
4. Justificación teórica del método de aprendizaje mediante mapas conceptuales	3
4.1. Construcción del conocimiento y aprendizaje significativo	3
4.2. Mapas conceptuales como elemento clave en la construcción del aprendizaje.....	4
4.3. Descripción y método de construcción de un mapa conceptual.....	4
4.4. Teoría en la que se basa la construcción de un mapa conceptual.....	6
4.5. Pasos a seguir para la elaboración de un mapa conceptual	7
5. Desarrollo del proyecto.....	8
5.1. Asignatura de Logística y aprovisionamiento.....	8
a) Contexto de la asignatura	8
b) Contenidos de la asignatura	8
c) Desarrollo de la asignatura.....	8
5.1.1. LOGÍSTICA DE APROVISIONAMIENTOS	9
5.1.2. LOGÍSTICA DE ALMACENAMIENTO	12
5.1.3. LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN	14
5.1.4. LOGÍSTICA INVERSA.....	19
5.1.5. SISTEMAS DE CAPTURA Y TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN.....	21
5.2. Asignatura de calidad	24
a) Contexto de la asignatura	24
b) Contenidos de la asignatura	24
c) Desarrollo de la asignatura.....	26
5.2.1. INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD.....	27
5.2.2. GESTIÓN DE LA CALIDAD	32
5.2.3. SISTEMAS DE DOCUMENTACIÓN DE LA CALIDAD	37
5.2.4. TÉCNICAS BÁSICAS DE CALIDAD	42
5.2.5. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS APLICADAS A LA CALIDAD	48
5.2.6. COSTES DE LA MALA CALIDAD	55
5.2.7. HERRAMIENTAS AVANZADAS DE CALIDAD	58
6. Conclusiones.....	63
7. Bibliografía	63



1. Introducción

El presente proyecto trata sobre la realización de un curso cero de logística y de calidad. Con él se pretende que los alumnos que decidan cursar dichas asignaturas, tengan claro el temario que se va a impartir durante el curso en ambas y también, en la asignatura de calidad, los conocimientos básicos mínimos que harán posible el mejor entendimiento de dicha asignatura.

Ambas asignaturas son de carácter obligatorio y corresponden al Grado de Organización Industrial y son de carácter cuatrimestral. Ambas también tienen 6 créditos ECTS.

En primer lugar, trataremos la asignatura de Logística y aprovisionamiento. En dicha asignatura se tratarán temas relacionados con la empresa: como el aprovisionamiento, el almacenamiento y la distribución. También se abordarán los temas de la captura y transmisión de datos, y el de logística inversa, muy importante hoy en día puesto que está relacionado con el medio ambiente.

En segundo lugar, trataremos la asignatura de calidad. En ella hay dos temas que se refieren a conceptos básicos, como son los temas 4 y 5 y que están relacionados con la estadística, que los alumnos deberían conocer de cursos anteriores y que les ayudarán a comprender mejor la asignatura. El resto del temario a impartir trata sobre qué es la calidad, gestión de la calidad, normativas, costes de la mala calidad y herramientas avanzadas que se pueden utilizar en calidad.

Además, para ambas asignaturas se aportan algunos casos prácticos que ayuden mejor a la comprensión de los contenidos explicados.

2. Objetivos

Los principales objetivos de ese proyecto son:

1. Promover el interés de las asignaturas de logística y de calidad en los nuevos alumnos.
2. Que los alumnos que decidan cursar dichas asignaturas, adquieran los conocimientos suficientes para posteriormente separan desenvolverse en su entorno de trabajo.
3. Facilitar el temario a los alumnos que decidan cursar las asignaturas.
4. Resumir el temario, a modo de mapa conceptual, para que el alumno lo vea de una manera clara y esquemática.
5. Para la asignatura de calidad, proporcionar algunos de los conceptos básicos que los alumnos deberían de conocer, para facilitar el entendimiento de la misma.
6. Facilitar la comprensión, mediante casos prácticos, de algunos de los temas que a continuación se desarrollan.



7. A nivel personal, proporcionarme nuevos e interesantes conocimientos y también, la posibilidad de poder ampliar los que ya tenía.

3. Explicación de las herramientas usadas

La herramienta utilizada en la realización de este proyecto es el CmapTools, que sirve para la realización de mapas conceptuales. Ésta herramienta tiene un manejo muy sencillo y se puede descargar gratis en la web <http://cmap.ihmc.us/download/>

El objetivo de CmapTools consiste en hacer una presentación gráfica de conceptos teóricos. Este objetivo se lleva a cabo mediante una completa lista de recursos visuales que permiten vincular ideas de diferentes formas.

Las características principales de CmapTools son:

- ✓ Los mecanismos de elaboración del mapa conceptual (la inserción y la eliminación de los conceptos y enlaces) son sencillos y cómodos.
- ✓ Interfaz comunicativa en cuanto a las funcionalidades disponibles
- ✓ Los conceptos pueden acompañarse de una imagen, un vídeo, enlaces a páginas web o incluso otros mapas conceptuales; lo que permite interactuar con su contenido a través de un navegador
- ✓ Al enlace es posible asignarle flechas indicativas para conocer qué dirección sigue
- ✓ Posibilidad de vincular recursos a los conceptos

El entorno que posee la herramienta CmapTools es muy sencillo, ya que está formado por dos ventanas fundamentales. La ventana para la creación del mapa conceptual, y la ventana *Vistas*, en la que se muestra todo lo necesario para modificar el aspecto del mapa conceptual.

Finalmente, la elección de la herramienta CmapTools y no de otra, es la posibilidad que tiene de compartir los mapas conceptuales a través de internet, lo cual es ideal para que los alumnos puedan hacer uso de los esquemas a través de la página web de la universidad.

4. Justificación teórica del método de aprendizaje mediante mapas conceptuales

4.1. Construcción del conocimiento y aprendizaje significativo

Para Ausubel, el aprendizaje significativo es el mecanismo humano, por excelencia, para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e informaciones representadas en cualquier campo de conocimiento.

El aprendizaje significativo se preocupa por los intereses, necesidades y otros aspectos que hacen que lo que el alumno desea aprender tenga significado y sea valioso para él; de allí vendrá el interés por el trabajo.



Para lograr lo anterior, según Ausubel, es preciso reunir las siguientes condiciones:

- El contenido propuesto como objetivo de aprendizaje debe estar bien organizado, facilitando su asimilación.
- Es preciso además que haya, por parte del alumno, una buena disposición ante el aprendizaje propuesto. Debe estar motivado y tener interés.
- Se requiere una base previa suficiente que haga posible establecer las relaciones necesarias entre los nuevos conocimientos adquiridos y los que ya poseía.

Ausubel distingue tres tipos de aprendizaje significativo:

1. **Aprendizaje de representaciones:** consiste en la atribución de significados a determinados símbolos.
2. **Aprendizaje de conceptos:** los conceptos son adquiridos a través de dos procesos: formación y asimilación.
3. **Aprendizaje de proposiciones:** exige captar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones. Implica la relación y combinación de varias palabras cada una de las cuales constituye un referente unitario.

Las ventajas del aprendizaje significativo son las siguientes:

- Es personal, pues depende de los recursos cognitivos del estudiante
- Es activo, pues depende de la asimilación de las actividades de aprendizaje
- Produce una duración de la retención más duradera
- Facilita el adquirir nuevos conocimientos relacionados con los anteriormente adquiridos

4.2. Mapas conceptuales como elemento clave en la construcción del aprendizaje

En los últimos tiempos, los mapas conceptuales han adquirido gran popularidad en el ámbito educacional, en especial, porque se consideran como una herramienta que permite asociar, discriminar, interrelacionar, describir y ejemplificar los contenidos de determinada rama del saber mediante el elemento visual lo que, sin dudas, constituye una estrategia eficaz para lograr aprendizajes significativos. Su uso se extiende cada vez más no sólo en el marco de la enseñanza presencial tradicional, sino también en las modalidades semipresencial y a distancia.

4.3. Descripción y método de construcción de un mapa conceptual

Según la teoría constructivista del aprendizaje de *David Ausubel*, lo que se aprende depende en gran medida de lo que se conoce y al aprender, relacionamos la nueva información con conceptos relevantes que existían previamente en nuestra estructura cognitiva. Estas son las bases de su teoría del aprendizaje significativo, que sirvió de pauta a *Joseph Novak* para crear, en la década de los años setenta, los mapas conceptuales.



Según el propio *Novak*, estos constituyen una técnica que representa, simultáneamente, una estrategia de aprendizaje, un método para captar lo más significativo de un tema y un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales, incluidos en una estructura de proposiciones.

Los mapas conceptuales son esquemas para la representación del conocimiento mediante los cuales se hacen evidentes, tanto los conceptos como la forma en que se enlazan estos para formar proposiciones. Constituyen redes en las que los nodos son los conceptos y los enlaces contienen las palabras que relacionan a los conceptos.

Los elementos que integran un mapa conceptual son:

- **Los conceptos:** Pueden considerarse como aquellas palabras con las que se designa cierta imagen de un objeto o de un acontecimiento en nuestra mente. Algunos definen elementos concretos (mesa, computadora) y otros que definen nociones abstractas, intangibles pero reales (nación, software). Constituyen los nodos del mapa conceptual.
- **Las palabras de enlace:** Son las palabras o frases que sirven para unir los conceptos y expresar el tipo de relación existente entre ellos. Por ejemplo, *para*, *se conoce como*, *posee*, *expresa*, *está formado por*, *es*, etcétera. Las palabras de enlace se escriben en la línea que une a dos nodos.
- **Las proposiciones:** Constituyen dos o más conceptos unidos por palabras de enlace para formar la unidad semántica más simple que tiene valor real.



Las características de un mapa conceptual son:

- Deben ser simples, y mostrar claramente las relaciones entre conceptos y/o proposiciones.
- Van de lo general a lo específico, las ideas más generales ocupan la parte superior de la estructura y las más específicas y los ejemplos la parte inferior.
- Deben ser vistosos, mientras más visual se haga el mapa, la cantidad de materia que se logra memorizar aumenta y se acrecienta la duración de esa memorización, ya que se desarrolla la percepción
- Los conceptos, que nunca se repiten, van dentro de óvalos y la palabras enlace se ubican cerca de las líneas de relación.
- Es conveniente escribir los conceptos con letra mayúscula y las palabras de enlace en minúscula, pudiendo ser distintas a las utilizadas en el texto, siempre y cuando se mantenga el significado de la proposición.
- Para las palabras enlace se pueden utilizar verbos, preposiciones, conjunciones, u otro tipo de nexo conceptual, las palabras enlace le dan sentido al mapa hasta para personas que no conozcan mucho del tema.
- Si la idea principal puede ser dividida en dos o más conceptos iguales éstos deben ir en la misma línea o altura.
- Un mapa conceptual es una forma breve de representar información.

4.4. Teoría en la que se basa la construcción de un mapa conceptual

Los principios utilizados para la elaboración de mapas conceptuales son los siguientes:

- Definir qué es un concepto y qué es una proposición.
- Representar la relación de los conceptos, sobre la base de un modelo de lo general a lo específico, en el que las ideas más generales, ocupen la parte superior de la estructura y las más específicas la parte inferior.
- Relacionar los conceptos en forma coherente, mediante palabras de enlace. Éstas permiten, junto con los conceptos, construir frases u oraciones con significado lógico y proposicional.
- Lograr la mayor interrelación posible, donde se logre un aprendizaje que permita reconocer y reconciliar los nuevos conceptos con los aprendidos y poder combinarlos.



4.5. Pasos a seguir para la elaboración de un mapa conceptual

- 1) En la medida que se lea debe identificarse las ideas o conceptos principales e ideas secundarias y se elabora con ellos una lista.
- 2) Esa lista representa como los conceptos aparecen en la lectura, pero no cómo están conectadas las ideas, ni el orden de inclusión y derivado que llevan en el mapa.
- 3) Seleccionar los conceptos que se derivan unos de otros.
- 4) Seleccionar los conceptos que no se derivan uno del otro pero que tienen una relación cruzada.
- 5) Si se consiguen dos o más conceptos que tengan el mismo peso o importancia, estos conceptos deben ir en la misma línea o altura, es decir al mismo nivel y luego se relacionan con las ideas principales.
- 6) Utilizar líneas que conecten los conceptos, y escribir sobre cada línea una palabra o enunciado (palabra enlace) que aclare porque los conceptos están conectados entre sí.
- 7) Ubicar las imágenes que complementen o le dan mayor significados a los conceptos o proposiciones.
- 8) Diseñar ejemplos que permitan concretar las proposiciones y/o conceptos.
- 9) Seleccionar colores, que establezcan diferencias entre los conceptos que se derivan unos de otros y los relacionados.
- 10) El siguiente y último paso será construir el mapa, ordenando los conceptos en correspondencia al conocimiento organizado y con una secuencia instruccional. Los conceptos deben ir representados desde el más general al más específico en orden descendente y utilizando las líneas cruzadas para los conceptos o proposiciones interrelacionadas.



5. Desarrollo del proyecto

5.1. Asignatura de Logística y aprovisionamiento

a) Contexto de la asignatura

La asignatura de logística es una asignatura obligatoria correspondiente al Grado de Organización Industrial. Tiene un carácter cuatrimestral, y se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso del Grado de Organización Industrial, con un valor de 6 créditos ECTS.

Para cursar esta asignatura y entenderla, se requiere haber cursado anteriormente la asignatura Investigación operativa.

Su objetivo es que los alumnos adquieran conocimientos y capacidades para el diseño, gestión y organización de sistemas productivos y logísticos en la empresa.

b) Contenidos de la asignatura

A continuación se muestra una breve descripción del contenido de la asignatura de logística:

- Bloque I: Logística de Aprovisionamientos
 - Compras y Aprovisionamientos
 - Clasificación ABC
 - Evaluación de Proveedores
- Bloque II: Logística de almacenamiento
 - Almacenes. Tipos. Diseño. Sistemas de Manutención y manipulación
 - Gestión de inventarios
- Bloque III: Logística de Distribución
 - Planificación de la Distribución
 - Gestión de Rutas
 - Gestión de Flotas
- Bloque IV: Logística Inversa
 - Procesos de la Logística Inversa
 - Modelos de Gestión de Logística inversa
- Bloque V: Sistemas de captura y transmisión de la información
 - Sistemas de identificación
 - Codificaciones y simbologías
 - Tarjetas inteligentes para trazabilidad
 - Sistemas de captura y transmisión de la información

c) Desarrollo de la asignatura

A continuación vamos a desarrollar más detalladamente la asignatura de logística.

La logística es el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio.



El objetivo principal de la logística empresarial es colocar los productos adecuados en el lugar adecuado, en el momento preciso y en las condiciones deseadas, contribuyendo lo máximo posible a la rentabilidad de la firma.

Nosotros hemos dividido la asignatura en cinco grandes bloques, que son:

- Logística de aprovisionamientos
- Logística de almacenamiento
- Logística de distribución
- Logística inversa
- Sistemas de captura y transmisión de la información

5.1.1. LOGÍSTICA DE APROVISIONAMIENTOS

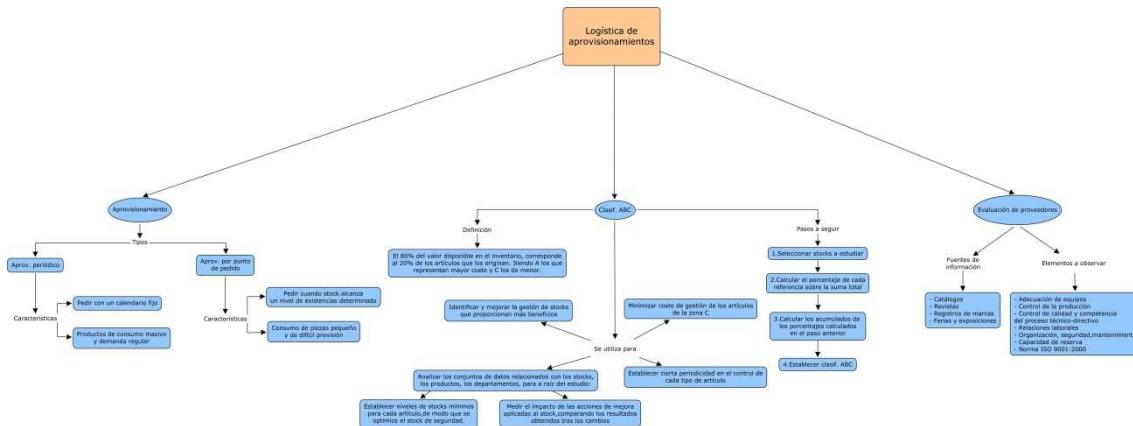


Figura 1. Esquema Logística de aprovisionamiento

El aprovisionamiento es el conjunto de actividades relacionadas con el movimiento de productos y materiales, desde su adquisición a los suministradores, hasta la entrada en el proceso productivo.

La función de almacenamiento se compone de tres aspectos fundamentales: compras, almacenamiento y gestión de inventarios.

- En primer lugar, el encargado de realizar las compras de productos ha de tener en cuenta el precio, la calidad, el plazo de entrega, las condiciones de pago, etc. Eso implica hacer una óptima selección de los proveedores.
- En segundo lugar, la función de aprovisionamiento implica disponer de almacenes para guardar los productos comprados hasta que el departamento de producción los necesite. Una vez finalizado el producto, éste también debe ser almacenado hasta que el departamento comercial no lo venda.
- En tercer lugar, es necesario desarrollar un sistema de gestión de inventarios, que determine la cantidad de existencias disponibles y el ritmo de venta para cubrir las necesidades.



Existen dos tipos de aprovisionamientos:

- Aprovisionamiento periódico, que consiste en pedir con un calendario fijo. Se utiliza este tipo de aprovisionamiento si los productos son de consumo masivo y tienen una demanda regular.
- Aprovisionamiento por punto de pedido, que consiste en pedir cuando el stock alcanza un nivel de existencias determinado. Se utiliza este tipo de aprovisionamiento con un consumo pequeño de piezas, y que es de difícil previsión.

Un método muy utilizado en la logística de aprovisionamientos es la clasificación ABC, que consiste en que el 80% del valor disponible en el inventario, corresponde al 20% de los artículos que los originan, siendo A los que representan un mayor coste, y C los de menor.

Esta clasificación se utiliza para:

- Identificar y mejorar la gestión de stocks que proporcionan más beneficios
- Minimizar el coste de gestión de los artículos de la zona C
- Establecer cierta periodicidad en el control de cada tipo de artículo
- Analizar los conjuntos de datos relacionados con los stocks, los productos, los departamentos, para a raíz del estudio:
 - Establecer niveles de stocks mínimos para cada artículo, de modo que se optimice el stock de seguridad
 - Medir el impacto de las acciones de mejora aplicadas al stock, comparando los resultados obtenidos tras los cambios

Para realizar esta clasificación, hay que seguir una serie de pasos, que son los siguientes:

1. Seleccionar los stocks a estudiar
2. Calcular el porcentaje de cada referencia sobre la suma total
3. Calcular los acumulados de los porcentajes calculados en el paso anterior
4. Establecer la clasificación ABC



Caso práctico:

Artículo	Valor monetario total	Porcentaje del valor total	Porcentaje acumulado	Clasificación
1	510	51%	51%	A
2	300	30%	81%	A
3	60	6%	87%	B
4	50	5%	92%	B
4	40	4%	96%	B
5	8	0,8%	96,8%	C
6	8	0,8%	97,6%	C
7	7	0,7%	98,3%	C
8	7	0,7%	99%	C
9	6	0,6%	99,6%	C
10	4	0,4%	100%	C

Tabla 1. Clasificación ABC

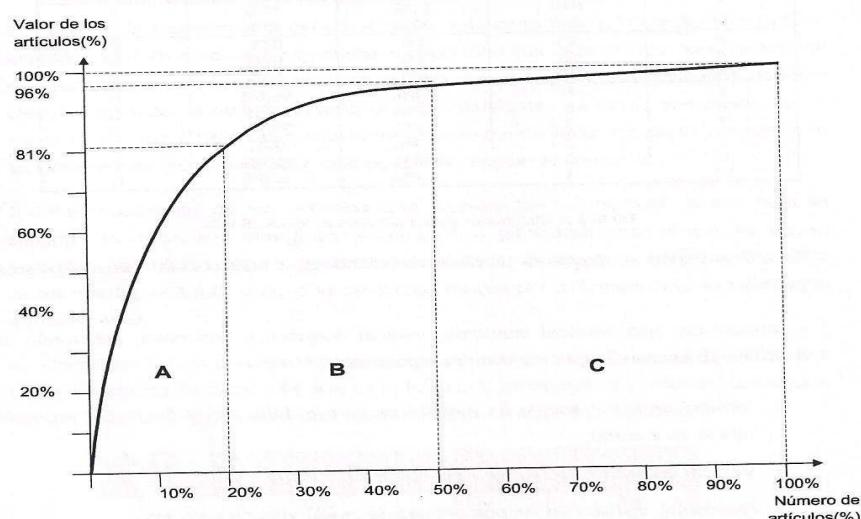


Figura 2. Clasificación ABC



Como hemos comentado anteriormente, la elección de los proveedores es fundamental para realizar una buena compra. Para realizar una buena evaluación de los proveedores, debemos fijarnos en los siguientes aspectos:

- Adecuación de los equipos
- Control de la producción
- Control de calidad y competencia del proceso técnico-directivo
- Relaciones laborales
- Organización, seguridad y mantenimiento
- Capacidad de reserva
- Cumplimiento de la normativa ISO 9001:2000

5.1.2. LOGÍSTICA DE ALMACENAMIENTO

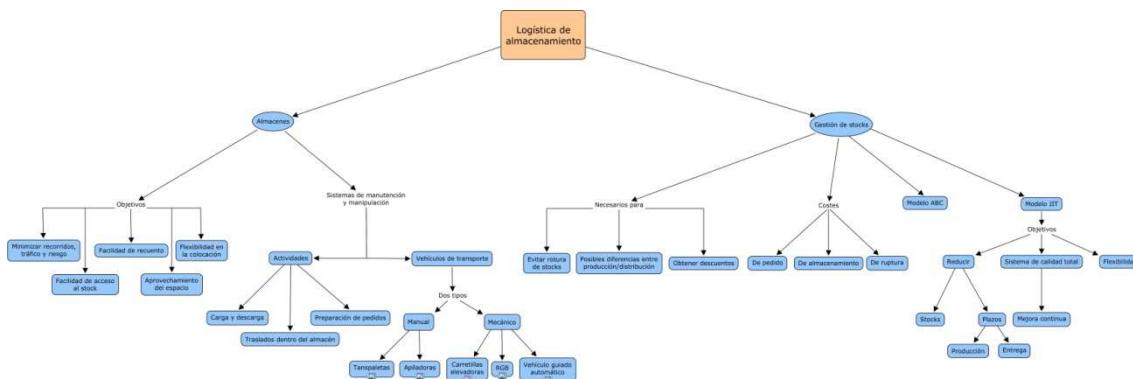


Figura 3. Esquema Logística de almacenamiento

El almacenamiento es la función logística que permite mantener cercanos los productos a los distintos mercados, al tiempo que, en colaboración con la función de regularización, ajusta la producción a los niveles de demanda y facilita el servicio. Los objetivos principales de los almacenes son:

- Minimizar los recorridos, el tráfico y el riesgo
- Facilitar el acceso al stock
- Facilitar el recuento de las materias primas y/o los productos
- Aprovechar mejor el espacio, utilizando la tercera dimensión (altura)
- Flexibilidad en la colocación

Dentro de los almacenes, para facilitar el trabajo, existen los sistemas de manutención y manipulación de la carga. Estos sistemas nos ayudan en las operaciones de carga y descarga, en los traslados de materias primas o productos dentro del propio almacén y en la preparación de los pedidos.



Los vehículos de transporte utilizados para realizar estas actividades pueden ser de dos tipos: manuales (transpaletas, apiladoras) y mecánicos (carretillas elevadoras, RGB, vehículo guiado automático)

Una de las funciones más importantes en la logística de almacenamiento es la **gestión de stocks**. Los stocks (inventarios) son los materiales que la empresa tiene almacenados para facilitar la continuidad del proceso productivo. La empresa necesita disponer de inventarios para:

- Evitar la ruptura de stocks: no quedarse sin productos, si hay un aumento inesperado en la demanda
- Posibles diferencias entre el ritmo de producción y el de distribución: este hecho se da sobre todo cuando la demanda depende de la época del año
- Obtener grandes descuentos: esto se produce al comprar materiales en gran cantidad y reducir los costes totales

Los costes más comunes en la gestión de stocks son:

- Costes de pedido: los costes administrativos, transporte, descarga, seguros... son algunos de los costes que tiene realizar un pedido
- Costes de almacenamiento: costes de mantener las existencias en el almacén
- Costes de ruptura de stocks: costes que supone para la empresa quedarse sin existencias, ya que no puede producir o entregar los productos al cliente.

Los dos métodos más importantes en la gestión de stocks son el modelo ABC (explicado anteriormente) y el modelo JIT (Just In Time).

El modelo JIT se define como un método de producción para producir de manera instantánea, con una calidad perfecta y un gasto mínimo.

Una empresa que tenga implantado el modelo JIT busca los siguientes objetivos:

- Reducir el inventario. Una de las máximas del JIT es cero stocks
- Reducir los plazos de producción y entrega
- Sistema integrado de calidad total, que persiga la mejora continua
- Flexibilidad en el trabajo



5.1.3. LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN

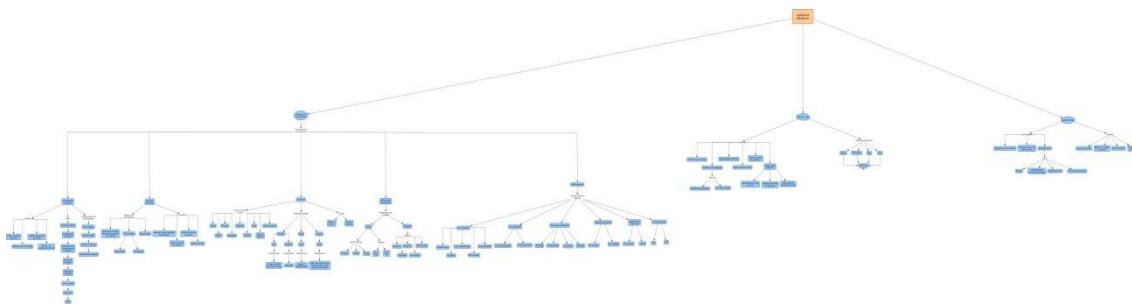


Figura 4. Esquema Logística de distribución

La distribución física de un producto cuenta con cinco elementos fundamentales: procesamiento de pedidos, control de inventarios, transporte, manipulación de mercancías y almacenamiento.

- **Procesamiento de pedidos:** parte que se encarga de llevar la información del consumidor a la empresa suministradora, con el fin de realizar un producto acorde con las necesidades del cliente, asegurando los plazos de entrega.
Cuando se realiza un pedido, este pasa por una serie de etapas, desde su realización hasta su cobro.

Estas etapas son:

1. Entrada de pedidos
2. Comprobación de crédito
3. Comprobación de existencias
4. Priorización de pedidos
5. Preparación de pedidos
6. Envío y entrega
7. Facturación
8. Cobro



Figura 5. Etapas del procesamiento de pedidos



Para que un pedido fuera perfecto, debería cumplir con una serie de requisitos, que son:

- Pedido enviado completo
- Entrega del pedido a tiempo, cumpliendo los plazos
- Asegurarse que llega sin daño ni deterioro
- Adjuntar toda la documentación correspondiente

➤ **Control de inventarios:** controla el movimiento de productos para mantener un registro en los flujos de producción o ventas.

Los objetivos del control de inventarios son:

- Disponer de las cantidades adecuadas de materias y/o productos
- Evitar pérdidas, tanto en las ventas como por deterioro
- Reducir costes

El control de inventarios, debe cumplir con una serie de funciones:

- Mantener un registro actualizado de las existencias
- Informar del nivel de existencias
- Notificar situaciones anormales
- Elaborar informes a clientes, y de forma interna para las operaciones

➤ **Transporte:** con fines de producción, venta o entrega final.

A la hora de subcontratar un transporte, debemos asegurarnos que nos proporcione una serie de criterios tales como:

- | | |
|----------------|--------------------------|
| - Costes | - Precisión |
| - Rapidez | - Modo en que se realiza |
| - Eficiencia | - Costes de deterioro |
| - Flexibilidad | - Servicio al cliente |
| - Seguridad | |

Hay tres modos distintos de poder realizarse el transporte:

- Terrestre: puede ser por tren (nos proporciona costes reducidos para grandes cargas) o por carretera (nos proporciona gran flexibilidad)
- Aéreo: el medio de transporte es el avión (nos proporciona gran rapidez, pero a precios muy elevados)
- Marítimo: el medio de transporte es el barco (nos proporciona costes reducidos para grandes cargas, con el inconveniente de que los trayectos son lentos)



- **Manipulación de mercancías:** parte que se encarga de dar un tratamiento específico a los productos.

Las necesidades más complejas que presenta la manipulación de mercancías son el picking y el packaging.

El **picking** (recogida de pedidos) es un proceso de recogida de material extrayendo unidades o conjuntos empaquetados de una unidad de empaquetado superior que contiene más unidades que las extraídas. Existen tres tipos de picking: picking al artículo (si se extraen artículos de una caja), picking al bulto (si se extraen cajas de un palet) y picking al palet (si se selecciona el palet completo).

Dos de las mejores tecnologías usadas en picking son el “*pick to voice*” que guía al operario mediante instrucciones de voz y el “*pick by light*” que guía al operario hasta la ubicación y allí le indica la cantidad que debe coger.

El **packaging** (embalaje) es el proceso de empaquetado de la mercancía y cuyos objetivos son:

- Protección de la mercancía
- Comodidad a la hora de transportarla
- Promoción
- Comunicación
- Merchandising

- **Almacenamiento:** como ya se ha hablado de los almacenes en el apartado de logística de almacenamiento, aquí vamos a centrarnos únicamente en los tipos de almacenes existentes.

- a) Respecto al proceso productivo:

- Almacén de materias primas: contienen las materias primas, antes de ser tratadas por la empresa
- Almacén de productos semielaborados: tienen la misma función, pero almacenan materiales ya procesados
- Almacén de productos terminados: almacena los productos ya terminados, esperando a que sean vendidos
- Almacén de recambios
- Almacén de materiales auxiliares

- b) Según sus funciones en la logística de distribución:

- Almacenes de consolidación: alimentados por los centros productivos de los que reciben materiales que agrupan
- Centros de ruptura: reciben lotes de productos que después separan y los distribuyen a los clientes



c) Respecto a la forma de rotación:

- FIFO (First in, first out): los productos salen del almacén en el mismo orden en el que entraron
- LIFO (Last in, first out): los últimos productos en entrar al almacén, son los primeros en salir de él

d) Según las características de las cargas a manipular:

- En bloque: carecen de una estructura como soporte, y se apilan palets unos sobre otros
- Convencionales: son los más habituales, formados por estanterías a las que se accede mediante carretilla elevadora
- Automáticos: las cargas se depositan en una entrada que las transporta hasta su ubicación de almacenaje
- Especiales: almacenes de líquidos, materiales peligrosos, productos de extrema longitud, etc.

e) Por la clasificación de las mercancías:

- Por ubicación: reserva para cada producto una ubicación, de manera que si se agota un producto, dicha ubicación queda vacía hasta la entrada de ese mismo producto
- Caótico: se almacenen los productos en la primera ubicación que queda libre

f) Por la gestión de los inventarios:

- Inventario continuo: almacenes en los que siempre es posible conocer las existencias mediante un software que registra las entradas y salidas
- Inventario periódico: para conocer las existencias se realiza periódicamente un inventario manual.

Otros dos factores a tener en cuenta en la logística de distribución son la **gestión de rutas** y la **gestión de flotas**.

✓ Gestión de rutas

Los beneficios que nos aporta una buena gestión de rutas son:

- Un aumento del servicio ofrecido
- Poder comenzar una nueva actividad, ya sea en territorio desconocido, o con nuevos clientes
- Mejorar la cobertura de un territorio
- Reducir los costes en ventas
- Mejorar la evolución de los vendedores
- Analizar datos relativos a la capacidad de compra por zonas, a productos más afines en cada *target* y a potencialidad de crecimiento de una zona



La matriz de crecimiento-participación, también conocida como matriz BCG (*Boston Consulting Group*) se trata de una matriz de cuatro cuadrantes, cada uno de los cuales propone una estrategia diferente para una unidad de negocio. Su objetivo es priorizar entre distintas áreas de negocios, es decir, en qué negocios invertir, desinvertir o incluso abandonar. La matriz BCG realiza la siguiente clasificación para los clientes:

- Estrella: tienen una alta participación en el mercado, con una alta tasa de crecimiento. Generan rentabilidad pero requieren de constantes inversiones
- Interrogante: tienen una baja participación en el mercado y el mercado a su vez una alta tasa de crecimiento. Requieren muchas inversiones y no sabe si serán rentables o no
- Vaca lechera: tienen una alta participación en el mercado, pero el mercado tiene una baja tasa de crecimiento. Así pues, generan ingresos, lo que implica una alta rentabilidad y con bajas inversiones
- Perro: tienen una baja participación en el mercado, combinado con un mercado en pleno decrecimiento. Son productos en su último ciclo de vida generalmente



Figura 6. Clasificación de clientes según BCG

✓ Gestión de flotas

Las funcionalidades que nos proporciona una buena gestión de flotas son:

- Seguimiento de los vehículos
- Visualización de la ruta sobre un mapa
- Informes de ruta, en los que se incluyen paradas, entradas/salidas de áreas determinadas, distancia recorrida y horas de funcionamiento

Además, la gestión de flotas nos aporta unos beneficios, como son:

- Reducción de costes
- Mejora en la calidad del servicio
- Ahorro de tiempo
- Cumplimiento de la normativa



5.1.4. LOGÍSTICA INVERSA

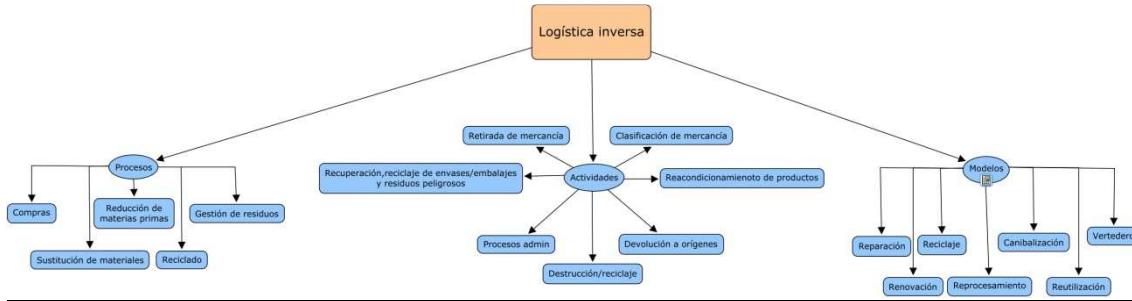


Figura 7. Esquema Logística inversa

La logística inversa es el proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de consumo hasta el punto de origen de una forma eficiente y lo más económica posible, con el propósito de recuperar su valor o el de la propia devolución. La logística inversa se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos, así como de los procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales. Incluso se adelanta al fin de vida del producto, con el objetivo de darle salida en mercados con mayor rotación.

La retirada de productos puede producirse por diversos motivos:

- Acuerdo comercial entre cliente – proveedor
- Rechazo del producto en el punto de entrega por diversos errores
- Devolución del producto defectuoso, dañado o caducado
- Cualquier otro motivo que precise un tratamiento de recogida

Los procesos que se realizan en la logística inversa son los siguientes:

- Compras: adquisición de materias primas, componentes, materiales para envase, empaquetado, embalaje, etc.
- Reducción de materias primas
- Reciclado: desarrollar políticas de reciclado respetando la función o estándares del producto.
 - usar materiales de origen reciclado, y reciclables
 - explorar innovaciones tecnológicas que permitan usar materiales reciclados
- Sustitución de materiales: el incremento en la tasa de innovación en procesos de reciclado debe impulsar la sustitución de materiales, en particular de los más pesados por otros más ligeros con igual o mayor función



- Gestión de residuos

Las actividades que desempeña la logística inversa son:

- | | |
|------------------------------------|--|
| - Retirada de mercancía | - Destrucción/Reciclaje |
| - Clasificación de mercancía | - Procesos administrativos |
| - Devolución a los orígenes | - Recuperación, reciclaje de envases y embalajes y residuos peligrosos |
| - Reacondicionamiento de productos | |

A continuación se muestra una tabla con los modelos existentes de logística inversa:

Práctica	Características fundamentales	Ejemplos
Reparación	<p>Dar a los productos usados una calidad específica: Estándares de calidad menos rigurosos que los de los nuevos Inspección, reparación y reemplazo de partes Desensamblado + reemplazo por nueva tecnología + ensamblado Se extiende la vida útil del producto</p> <p>Devolver al cliente productos fuera de funcionamiento: Implica la reparación y/o reemplazo de partes estropeadas Desensamblado + ensamblado En el entorno del cliente o en centros especializados Calidad del producto reparado < nuevo</p>	Electrodomésticos
Renovación		Ordenadores
Reciclaje	<p>Recuperación de materiales contenidos en los productos retornados: Desensamblado + clasificación + transformación de materias primas</p> <p>Objetivo: Desensamblado + clasificación + restauración + reensamblado</p>	Papel, vidrio, plástico, metales
Reprocesamiento		Ordenadores
Canibalización	<p>Una pequeña proporción del producto returned puede ser aprovechada. Las partes recuperadas son reutilización, reparadas o renovadas para integrar un producto nuevo</p>	Hardware
Reutilización	<p>El producto puede volver a ser usado una vez limpio tras una reparación menor</p>	Botellas de vino, palets, cajas...
Vertedero	<p>Última opción: depósito del material</p>	Basura

Tabla 2. Modelos de logística inversa



5.1.5. SISTEMAS DE CAPTURA Y TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN

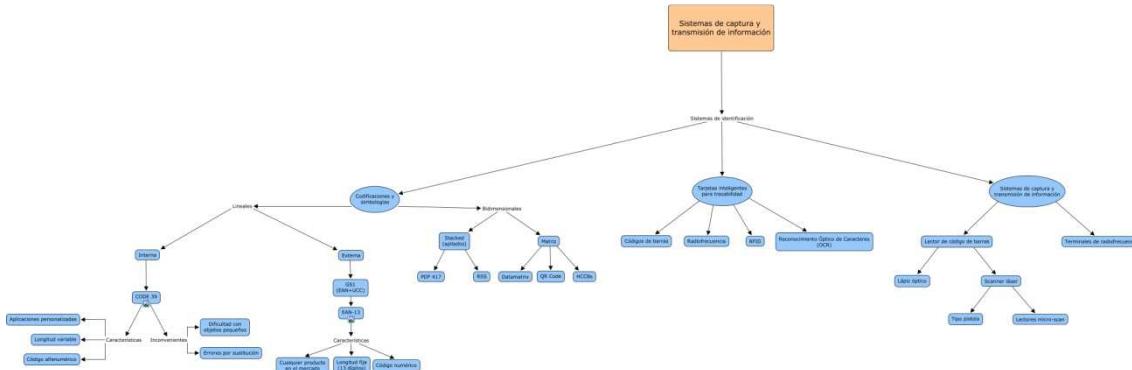


Figura 7. Esquema Sistemas de captura y transmisión de la información

Las técnicas de captura de datos más aplicadas normalmente utilizadas para almacenar información, implican reconocimientos de caracteres ópticos o magnéticos. Los códigos de barras, de los cuales hablaremos más detalladamente a continuación, han llegado a ser un medio muy utilizado para la entrada de datos automática debido a su facilidad de uso y su exactitud.

Para la captura y transmisión de información se utilizan codificaciones y simbologías, que pueden ser de dos tipos:

- Lineal: dirección longitudinal del código

Existen dos tipos de codificación lineal:

- Interna: únicamente se utilizan en el proceso productivo de un fabricante. Los criterios de codificación los marca el propio productor o manipulación del producto.

Un ejemplo de este tipo de codificación es el CODE-39



Figura 8. CODE-39

Las características del CODE-39 son:

- ❖ Utilización en aplicaciones personalizadas
- ❖ Tiene una longitud variable
- ❖ Utiliza código alfanumérico



- Externa: son estándares, y surgen del GS1 (fusión EAN + UCC)
Un ejemplo de este tipo de codificación es el EAN-13

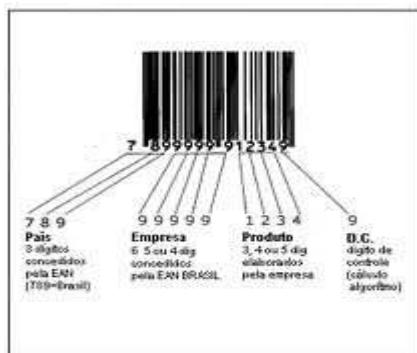


Figura 9. EAN-13

Las características del EAN-13 son:

- ❖ Lo lleva cualquier producto que salga al mercado
 - ❖ Tiene una longitud fija (13 dígitos)
 - ❖ Utiliza código exclusivamente numérico
 - ❖ Estructura como la de la imagen →
- Bidimensional: en las dos direcciones. No necesita una base de datos, pues todo está en el código.
 - Las codificaciones bidimensionales podemos clasificarlas en: stacked (apilados) o matriz

Las tarjetas inteligentes para trazabilidad, son unas tarjetas que contienen un circuito integrado (chip) y son capaces de almacenar y/o procesar información para gran cantidad de propósitos. Algunas de las más comunes son:

- Códigos de barras: tecnología de identificación automática más avanzada posible. Su objetivo es la identificación y localización repetitiva de productos y/o documentos en el ámbito industrial o comercial.
- RFID: etiquetas electrónicas (tags) que se componen de un microchip y una antena. En su interior se encuentra el código electrónico de cada producto (EPC). La etiqueta transmite los datos, la antena los capta y los manda a un ordenador que los procesa. Existen dos tipos de tags:
 - ❖ Tag pasivo: la energía la manda la antena. Tiene un coste bajo, pero emite a cortas distancias
 - ❖ Tag activo: tiene una pila que va mandando energía y al pasar por una antena, ésta manda todos los datos que ha ido recogiendo. Alcanza grandes distancias, pero tiene un coste elevado.
- Radiofrecuencia: tecnología que utiliza ondas de radio para transmitir datos desde un emisor a un receptor. Se basa en el uso de terminales electrónicas (tags) en las cuales está almacenada la información. Al no precisar de cables, se emplea en ambientes donde los sistemas de identificación ópticos no pueden llevarse a cabo.



- Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR): se emplea cuando se requiere una interpretación automática y manual. Se pueden usar caracteres alfanuméricos. Los caracteres se imprimen usando fuentes normalizadas, además pueden identificarse datos de extensión variable.
Las ventajas de utilizar el OCR son que permite manejar una gran cantidad de datos, y además da la posibilidad de lectura visual y automática. Por el contrario, la desventaja es la poca flexibilidad del lector.

Existen también los sistemas que permiten la captura y transmisión de la información recogida por las tarjetas inteligentes. Estos sistemas son:

- Lector de códigos de barras: es un instrumento que extrae la información que está codificada ópticamente en el símbolo de código de barras y la convierte en un dato digital compatible en el ordenador. Operan bajo el principio de luz emitida y reflejada. Las barras absorben la luz mientras que los espacios la reflejan hacia el escáner. La luz reflejada es detectada y convertida en una señal variable eléctrica. Esta señal es procesada y convertida a una señal digital que puede ser utilizada por el procesador para identificar los datos leídos. Podemos clasificar los lectores según su modo de operación en:
 - ❖ Lápiz óptico: se pone en contacto la punta del lápiz con la superficie del código de barras y se desplaza a lo largo del mismo, perpendicular a las barras
 - ❖ Scanner láser: el rayo del láser se pasa por la superficie del código de barras hasta que éste capta la información. Algunos de los tipos de scanner que usan rayo láser como medio de lectura son:
 - Tipo pistola
 - Lectores micro-scan
 -
- Terminales de radiofrecuencia: son pequeñas capturadoras de mano, con un teclado alfanumérico y una pantalla, algunos llevan incorporados un cabezal con un lector de código de barras, o pueden tener previsto un puerto donde conectar una pistola o un lápiz óptico. Por lo general funcionan como terminales de un equipo central, con el que tienen constante comunicación por radiofrecuencia.



5.2. Asignatura de calidad

a) Contexto de la asignatura

La asignatura de calidad es una asignatura obligatoria correspondiente al Grado de Organización Industrial. Tiene un carácter cuatrimestral, y se imparte en el segundo cuatrimestre del segundo curso del Grado de Organización Industrial, con un valor de 6 créditos ECTS.

Para entender con mayor facilidad esta asignatura, se requieren unos conocimientos básicos que los alumnos deberían poseer de cursos anteriores en materia de estadística.

El objetivo de la asignatura de calidad es que los alumnos adquieran conocimientos y capacidades para dirigir y gestionar sistemas de calidad en las empresas y las instituciones.

b) Contenidos de la asignatura

A continuación se muestra una breve descripción del contenido de la asignatura de calidad:

- Tema 1: Introducción a la calidad
 - ¿Qué es la calidad?
 - Evolución de los sistemas de gestión de la calidad
 - Política industrial sobre calidad
 - Organismos
 - Planes de calidad
 - Certificaciones
 - Certificaciones de sistemas
 - Certificaciones de productos
 - Certificaciones de personal
- Tema 2: Gestión de la calidad
 - Política de la calidad de la empresa: objetivos y estrategias
 - Organización de la calidad de la empresa
 - Planificación de la calidad
 - Organigrama y funciones
 - Calidad y productividad
 - Organización de los departamentos respecto a la calidad
 - Dirección
 - Clientes-Ventas
 - Diseño
 - Compras-Proveedores
 - Producción
 - Servicio posventa
 - Recursos humanos
 - Formación
 - Motivación



- Tema 3: Normas UNE-EN ISO 9000. Sistemas de documentación de la calidad
 - Normas UNE-EN ISO 9000
 - Normas UNE-EN ISO 9000: 2000
 - ISO 9000
 - ISO 9001
 - ISO9004
 - Sistemas de documentación de la calidad
 - Manual de Calidad
 - Manual de Procedimiento
 - Evaluación de un sistema de calidad
 - Auditorías internas
 - Auditorías externas
- Tema 4: Técnicas básicas de calidad
 - Técnicas básicas de calidad
 - Tormenta de ideas
 - Diagrama causa-efecto
 - Histograma
 - Población
 - Muestra
 - Media
 - Recorrido o rango
 - Frecuencia
 - Desviación típica
 - Diagrama de sectores
 - Gráficos de control
 - Diagramas de dispersión
 - Diagramas de Pareto
- Tema 5: Técnicas estadísticas aplicadas a la calidad
 - Introducción
 - Población
 - Muestra
 - Conjunto de datos
 - Datos no agrupados
 - Datos agrupados
 - Agrupación de datos por clases
 - Valores característicos de un conjunto de datos
 - Medidas de tendencia central
 - Media o esperanza
 - Mediana
 - Moda
 - Medidas de dispersión
 - Desviación típica
 - Varianza
 - Recorrido



- Distribución de probabilidad
 - Variable aleatoria continua
- Estimación
 - Estimación por intervalos de confianza
- Tema 6: Costes de la mala calidad
 - Introducción
 - Dónde se producen los costes de la mala calidad
 - Tipos de costes de la mala calidad
 - Conveniencia de usar la técnica de evaluación de los costes de la mala calidad
 - Costes directos de la mala calidad
 - Costes de la mala calidad controlables
 - Costes de prevención
 - Costes de evaluación
 - Costes de la mala calidad resultantes
 - Coste de los errores internos
 - Coste de los errores externos
 - Costes indirectos de la mala calidad
 - Coste de la mala calidad que recae sobre el cliente
 - Coste de la mala calidad de la insatisfacción del cliente
 - Coste de la mala calidad por la pérdida de reputación
 - Ventajas de la evaluación de los costes de la mala calidad
- Tema 7: Herramientas avanzadas de calidad
 - Introducción
 - QFD
 - Poka-yoke
 - Círculos de calidad
 - Definición
 - Características de los círculos de calidad
 - Adaptación de los círculos de calidad a Occidente
 - Cómo iniciar un círculo de calidad
 - Trabajo del círculo de calidad
 - Funciones del coordinador de círculos
 - Funciones del líder de un círculo de calidad
 - Formas de reconocimiento a los círculos de calidad
 - Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)
 - Definición
 - Desarrollo del AMFE

c) Desarrollo de la asignatura

Una vez finalizada la asignatura de logística, pasamos a desarrollar más detalladamente la que corresponde a la calidad. La calidad, según la norma UNE-EN ISO9000 es el <>grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con las necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias>>



Hemos dividido la asignatura en siete bloques, que son:

- Introducción a la calidad
- Gestión de la calidad
- Normas UNE-EN ISO9000. Sistemas de documentación de la calidad
- Técnicas básicas de calidad
- Técnicas estadísticas aplicadas a la calidad
- Costes de la mala calidad
- Herramientas avanzadas de calidad

5.2.1. INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD

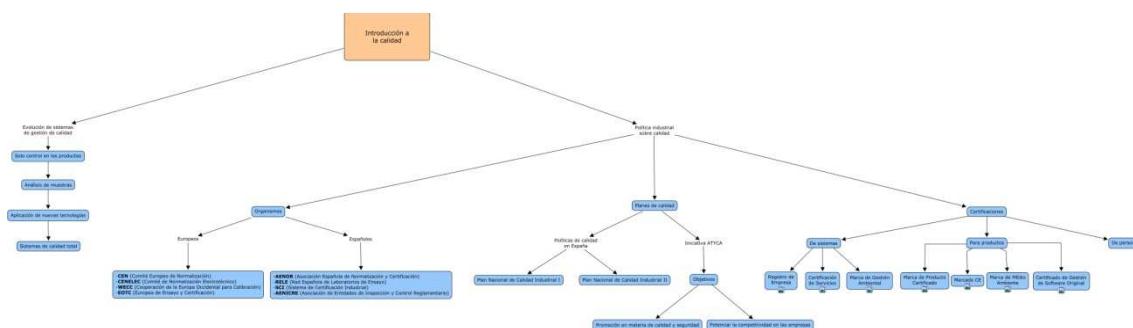


Figura 10. Esquema Introducción a la calidad

¿Qué es la calidad?

Según normas UNE-EN ISO9000, la calidad es el <<grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con las necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias>>

Según E. Deming : <<la calidad son las necesidades y expectativas del cliente>>

Según P. Crosby : <<calidad se define no como excelencia, sino como cumplir con los requisitos>>

Evolución de sistemas de gestión de calidad

El concepto de sistema de gestión de la calidad ha evolucionado con el transcurso del tiempo, desde la época en la que solamente se realizaban actuaciones de control de calidad en los productos, hasta la actualidad, en la que se actúa en todos los niveles de la empresa.



En los inicios del control de calidad, la inspección de los productos o procesos en la empresa solía basarse en métodos estadísticos. El problema era que los controles se realizaban sobre productos ya acabados, con lo cual, si el producto no se ajustaba a las características marcadas se rechazaba, con las consiguientes pérdidas económicas que ello suponía. Con el aumento del volumen de la producción, se hizo imposible seguir con este método, por lo que empezaron a extraerse muestras de las que se tomaban datos que después se aplicaban a la totalidad.

Actualmente la tendencia se dirige hacia el concepto de *calidad total*, cuyo objetivo es la consecución de “cero defectos” y la extensión de la filosofía de calidad no sólo a todas las personas de la empresa, sino también a todas y cada una de las actividades que se realizan en ella. La idea es promover la mejora continua, reducir las variaciones del proceso, prevenir errores y mejorar la respuesta a las demandas de los clientes.

Política industrial sobre calidad

➤ Organismos

En Europa se crearon instituciones como:

- **CEN** (Comité Europeo de Normalización)
<http://www.cen.eu/cen/pages/default.aspx>
- **CENELEC** (Comité de Normalización Electrotécnico)
<http://www.cenelec.eu/>
- **WECC** (Cooperación de la Europa Occidental para Calibración)
<http://www.wecc.biz/Pages/Default.aspx>
- **EOTC** (Organización Europea de Ensayo y Certificación)
<http://www.ndt.org/link.asp?ObjectID=3508>

En España, las principales entidades dedicadas a la certificación y comprobación de sistemas de calidad son:

- **AENOR** (Asociación Española de Normalización y Certificación)
Fue reconocida en febrero de 1986 y entre las labores que realiza destacan:
 - Elaboración de las normas técnicas españolas UNE y la participación en ISO y CEN
 - La certificación de productos, empresas y servicios
 - La difusión de la cultura de la calidad
 - La difusión y venta de las normas UNE e ISO
 - La organización de cursos y seminarios

<http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>



- **RELE** (Red Española de Laboratorios de Ensayo)
Se creó en agosto de 1986 con los siguientes objetivos:
 - Fomento, coordinación y dirección de los sistemas de acreditación de laboratorios de ensayo
 - Establecimiento de una red
 - Difusión de la capacidad de ensayos
 - Comunicación internacional
- **SCI** (Sistema de Calibración Industrial)
Creado por Real Decreto 2584/1981, y desarrollado por Orden Ministerial de 21 de junio de 1982. Su objetivo es la calibración de los instrumentos de medida.
- **AENICRE** (Asociación de Entidades de Inspección y Control Reglamentario)
Fue creado por Real Decreto 1407/1987, de 13 e noviembre. Su función es la regulación de actividades de inspección y control exigidas por los distintos reglamentos en relación con la seguridad de productos, equipos e instalaciones industriales.

➤ Planes de calidad

- Políticas de calidad en España
En España, el Ministerio de Industria y Energía desarrolló una política que se materializó en primer término en los Planes Nacionales de Calidad Industrial, cuyos objetivos eran mejorar la competitividad de la industria, a través del aumento de la calidad en las organizaciones empresariales y en los productos, poniendo a su disposición ayudas económicas y de asesoría.

Los Planes Nacionales de Calidad Industrial, promovidos por el extinto Ministerio de Industria y Energía y publicados en el BOE, fueron:

- Plan Nacional de Calidad Industrial I, apareció en 1990 y tuvo validez hasta el año 1993
- Plan Nacional de Calidad Industrial II, estuvo en vigencia entre los años 1994-1997. En él, además de promoverse la implantación de sistemas aseguramiento de la calidad, también se incide sobre la gestión medioambiental y se fomenta la difusión en temas de calidad y seguridad.



o Iniciativa ATYCA

Esta iniciativa plantea como objetivos la promoción en materia de calidad y seguridad industrial, así como la innovación tecnológica y diseño para lograr la mejora de la competitividad de las empresas.

En lo que respecta a la calidad industrial, ATYCA pretende:

- Apoyar la implantación de sistemas de gestión de calidad y seguridad.
- Potenciar la competitividad de empresas y productos nacionales, aumentando el número de empresas acreditadas y productos certificados.
- Fomentar el desarrollo de procedimientos de reconocimiento mutuo de acreditaciones y certificados en el marco nacional e internacional.

➤ Certificaciones

Para evaluar que se cumplen los requisitos de calidad tanto en las empresas como en los productos, es necesario establecer un marco de referencia común: las normas. Una **norma** es un documento público que se realiza para regular una determinada actividad, y que debe contar con la aprobación de algún organismo legalmente reconocido para ello.

La normalización aporta muchas ventajas tanto a los fabricantes (regula y normaliza productos, favorece las exportaciones y facilita las compras) como para los consumidores (posibilita la comparación e informe de las características) y también para la propia Administración (aumento del comercio, reducción de la legislación, desarrollo económico, etc.)

En España son elaboradas y aprobadas por AENOR, y ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) es el organismo público que acredita a AENOR y el resto de certificadoras que son empresas privadas para que emitan certificados de sistemas, de productos o de personal.



- o Certificación de sistemas

CERTIFICADO	LOGOTIPO
Registro de Empresa	
Certificación de Servicios	
Marca de Gestión Ambiental	

Tabla 3. Certificaciones para sistemas



- Certificaciones para productos

CERTIFICADO	LOGOTIPO
Marca de Producto Certificado	AENOR  Producto Certificado
Marcado CE	
Marca de Medio Ambiente	AENOR  Medio Ambiente
Certificado de Gestión de Software Original	AENOR  Software Original

Tabla 4. Certificaciones para servicios

- Certificaciones de personal

5.2.2. GESTIÓN DE LA CALIDAD

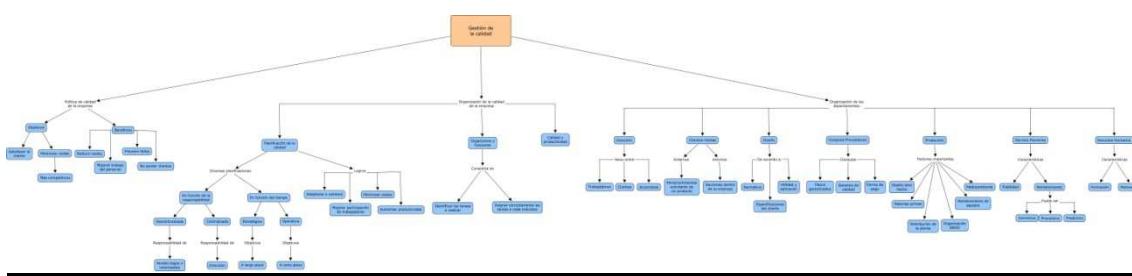


Figura 11. Esquema Gestión de la calidad

Política de calidad de la empresa: objetivos y estrategias

Un sistema de calidad en una empresa se puede decir que es una filosofía mediante la cual toda la plantilla diseña, desarrolla, fabrica, vende o presta un servicio posventa, sobre unos determinados productos para satisfacer a un cliente.



Las empresas, cuando deciden implantar un sistema de calidad pretenden lograr unos beneficios, pero sin perder de vista los objetivos principales de la empresa a corto, medio y largo plazo. Pero, para lograr su objetivos deben reorganizar sus prioridades respecto a los clientes, la formación del personal y el control de procesos, ya que habrá que atender cada asunto que surja en la empresa en el momento apropiado y de la forma óptima.

Los objetivos que toda empresa pretende conseguir son:

- Satisfacer al cliente proporcionándole productos o servicios con las características que él desea
- Minimizar todo lo posible los costes para ser más competitivos

Los beneficios que la empresa desea obtener al plantear un sistema de calidad son:

- Minimizar el número de productos no válidos y reducir así los costes
- Prevenir fallos
- Mejorar el trabajo del personal (puede lograrse con una buena formación)
- No perder clientes, consolidar los que ya se tienen y si es posible, aumentarlos

Organización de la calidad de la empresa

A. Planificación de la calidad

Una empresa debe mirar siempre al futuro y estar atenta a los cambios que se producen para seguir siendo competitiva. La mejor forma de adaptarse a estas variaciones es disponer de una buena planificación de la calidad, la cual busca obtener unos resultados futuros a través de una secuencia de premisas establecidas de antemano. Para determinar la secuenciación óptima, la organización debe tener en cuenta, además de los objetivos principales, otros detalles como:

- ✓ Costes que la empresa está dispuesta a asumir
- ✓ Recursos disponibles
- ✓ Productos que va a fabricar
- ✓ Disposiciones legales que deberá seguir

Existen diversas planificaciones dependiendo quién asume la responsabilidad de las tareas a realizar:

- En función de la responsabilidad
 - Planificación centralizada (responsabilidad de la Dirección)
 - Planificación descentralizada (responsabilidad de los niveles bajos e intermedios de la organización)
- En función del tiempo
 - Planificación estratégica (objetivos a largo plazo)
 - Planificación operativa (objetivos a corto plazo)



Algunos de los logros obtenidos con la planificación de la calidad son:

- ✓ Minimizar costes
- ✓ Adaptarse mejor a los cambios dentro y fuera de la empresa
- ✓ Aumentar la productividad
- ✓ Mejorar la participación de los trabajadores

B. Organismos y funciones

Cuando se hace un análisis de la empresa aparecen errores en la ejecución del trabajo que se realiza. Por ejemplo, en una empresa podemos encontrar varias personas que hacen el mismo trabajo o al contrario, que haya trabajos que no se asignan a nadie. Con el fin de definir las necesidades de la empresa y designar recursos materiales y personales para cubrirlas, se suelen crear departamentos. Estos departamentos no tienen que ser independientes, sino que tiene que existir una comunicación y colaboración entre ellos.

A continuación, se muestra el ejemplo de organigrama de una empresa

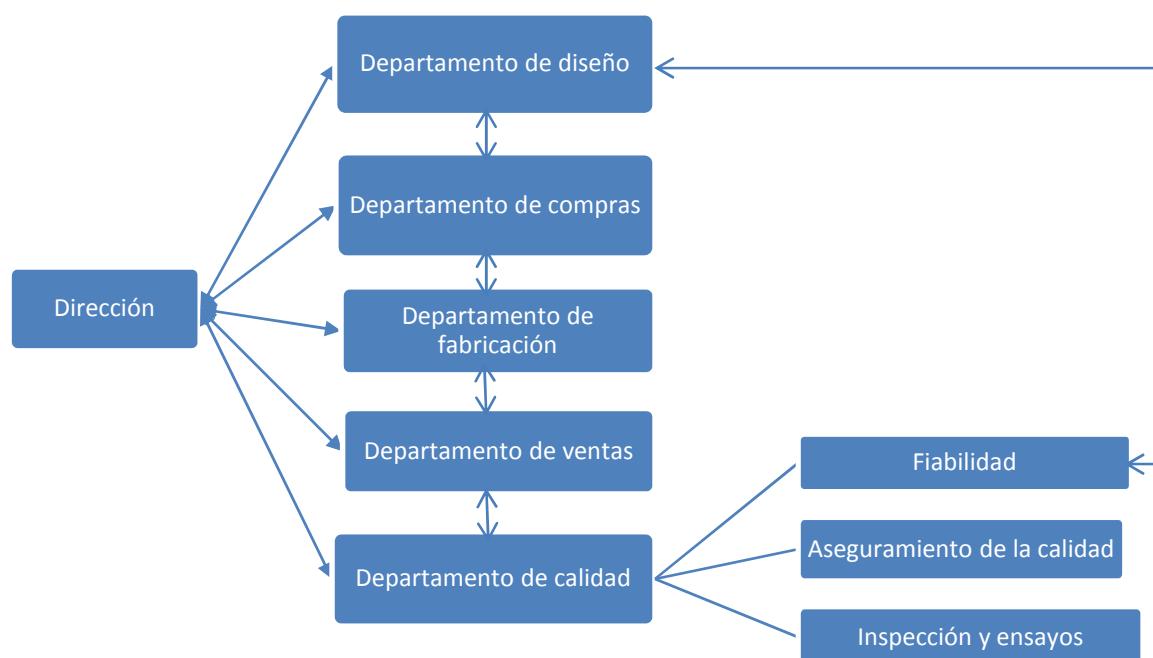


Figura 12. Organigrama de una empresa

La organización de la calidad en cuanto a funciones y ocupación del personal consistirá básicamente en dos puntos:

- Identificar las tareas que debe realizar cada persona
- Asignar correctamente las tareas a cada individuo y relacionar estas tareas entre sí, de forma que no se dupliquen trabajos



C. Calidad y productividad

Productividad: el resultado que se obtiene de dividir los productos conseguidos por el esfuerzo empleado en el proceso (horas de trabajo)

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PROD. OBTENIDOS}}{\text{Nº HORAS NECESARIAS}}$$

Si aumenta la calidad, mejora la productividad

Organización de los departamentos respecto a la calidad

➤ Dirección

Persona o grupo cuya misión es decidir, planificar, organizar y controlar las actividades que se realizan en la empresa. La dirección es el nexo entre los trabajadores y clientes por un lado, y los accionistas por otro. Y los objetivos de los tres colectivos son bien distintos.

- Trabajadores: quieren recibir un salario digno a cambio de su trabajo
- Clientes: desean un producto bien hecho, a tiempo y con garantías postventa, todo ello al menor coste posible
- Accionistas: buscan beneficios

➤ Clientes-Ventas

- Clientes externos

Cualquier persona o empresa que solicita un producto

- Clientes internos

Secciones dentro de la propia empresa

➤ Diseño

Cada fabricante debe asegurar con el diseño del producto que se cumplen los requisitos o las expectativas que el cliente espera.

El diseño debe realizarse de acuerdo a:

- Especificaciones del cliente
- Utilidad y aplicación
- Normativa

En el diseño deben constar:

- Planos
- Fases y métodos de producción
- Materiales
- Ensayos
-

➤ Compras-Proveedores

Es uno de los departamentos más importantes en una empresa, ya que gestiona uno de los inputs (o entradas) más significativos: la materia prima.

La relación con los proveedores y los niveles de calidad suministrados por éstos serán fundamentales para la empresa y su funcionamiento. Por eso hay que intentar optimizar esa relación para que resulte lo más provechosa posible para la empresa.



Algunas ventajas para la elección de proveedores con las que puede contar la empresa son:

- La competencia existente entre proveedores
- Dependiendo del nivel de consumo de productos se pueden imponer ciertos criterios
- Ajustar las condiciones de venta

Las cláusulas a fijar en los contratos son:

- Plazos y condiciones de entrega garantizados
- Garantía de calidad
- Forma y plazo de pago
- Duración prevista de la relación comercial
- Obligación de la identificación de los productos por lotes y piezas

➤ Producción

Conjunto de operaciones que deben realizarse para fabricar un producto determinado con las características deseadas.

El control y seguimiento de los procesos es la operación que más puede relacionarse con la calidad.

Algunos de los factores importantes en la fase de producción son:

- Diseño bien hecho
- Distribución de la planta de fabricación
- Materias primas
- Gestión de salida de productos acabados
- Gestión de mantenimiento de los equipos
- Organización de los recursos humanos
- Actuación medioambiental

➤ Servicio posventa

El proceso de calidad no acaba una vez que el cliente se decide a adquirir un producto, pues el cliente espera obtener una serie de compensaciones que se ofrecen con el producto, como pueden ser un período de garantía, una seguridad en la fiabilidad o una buena mantenibilidad.

✓ Fidabilidad

De la cual podemos obtener datos como:

- Tiempos de buen funcionamiento
- Distribución de fallos
- Tiempo medio entre fallos



✓ Mantenimiento

El mantenimiento puede ser de tres tipos:

- Correctivo: es el que se realiza cuando el equipo deja de funcionar
 - Preventivo: pretende disminuir los mantenimientos correctivos mediante inspecciones periódicas y renovación de elementos deteriorados
 - Predictivo: pretende disminuir los mantenimientos preventivo y correctivo mediante técnicas de verificación mecánica

➤ Recursos humanos

Uno de los aspectos más importantes para gestionar el asunto de la calidad en una empresa es la organización del potencial humano. En este sentido es necesario prestar atención a dos puntos:

- Formación del personal
Es importante que los operarios y trabajadores tengan una formación apropiada, ya que esto les proporciona los medios para hacer lo que deben o modificar su comportamiento si no trabajan adecuadamente.
En este sentido es fundamental que todos conozcan bien su trabajo, además de conocer el producto o servicio que realiza la empresa en todos sus departamentos
 - Motivación del personal
La motivación es fundamental para que el personal trabaje de acuerdo con las especificaciones requeridas y además esté satisfecho con su trabajo.
La motivación anima a los trabajadores a colaborar y participar para solucionar los problemas que puedan surgir o mejorar la forma de trabajo.

5.2.3. SISTEMAS DE DOCUMENTACIÓN DE LA CALIDAD

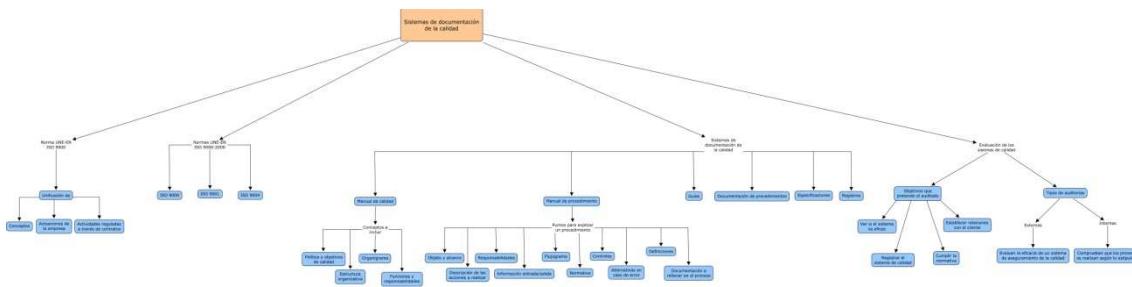


Figura 13. Esquema Sistemas de documentación de la calidad



Normas UNE-EN ISO 9000

Las normas UNE-EN ISO 9000 son un instrumento fundamental en la actualidad para que una empresa garantice su gestión en cuanto a calidad frente a sus clientes.

Con la publicación, en 1987, de la serie de normas ISO 9000, se inició la unificación internacional en el campo de la gestión y aseguramiento de la calidad, cubriendo fundamentalmente tres tipos de situación:

- Unificación de conceptos
- Unificación de las actuaciones de la empresa
- Unificación de las actividades reguladas a través de contratos

La serie de normas ISO 9000 tiene como principal objetivo garantizar que se cumplen las especificaciones de un producto o servicio actuando sobre el sistema de calidad que lo hace posible. La serie está formada por las normas ISO 9000 (publicada en el año 2005), 9001 y 9004 (publicadas en el año 2000)

Norma UNE-EN ISO 9000:2000

✓ ISO 9000

Describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología para los sistemas de gestión de la calidad.

En ella se identifican ocho principios que son los siguientes:

- Enfoque al cliente
- Liderazgo
- Participación del personal
- Enfoque basado en procesos
- Enfoque del sistema para la gestión
- Mejora continua
- Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones
- Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

Los documentos más importantes que pueden utilizarse en los sistemas de gestión de la calidad según la norma ISO 9000 son los siguientes:

- Manuales de calidad
- Manuales de procedimiento
- Especificaciones
- Guías
- Registros

✓ ISO 9001

Especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean de aplicación, y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.



La norma da los requisitos generales para una organización que deseé adoptar un sistema de gestión de la calidad en los siguientes términos, que son las obligaciones que la organización debe tener:

- Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización
- Determinar la secuencia e interacción de los procesos
- Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces
- Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos
- Realizar el seguimiento, la medición y el análisis de los procesos
- Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos

✓ **ISO 9004**

Proporciona directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de gestión de la calidad. El objetivo de esta norma es la mejora del desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas.

Sistemas de documentación de la calidad

El aseguramiento de la calidad se logra con una planificación por parte de la empresa, la cual debe diseñar la forma de actuar de cada uno de sus miembros o departamentos para conseguir los objetivos marcados. Para ello se debe elegir una determinada forma de llevar a cabo los procesos, hacer una asignación de recursos humanos y materiales adecuados, etc. Es decir, hay que definir un sistema de calidad con unas determinadas características que tendrá que seguir la empresa.

Los documentos imprescindibles y que no deben faltar, según se recoge en las normas ISO 9000 y 9001 son:

❖ **Manual de Calidad**

Documento que establece la política de calidad y describe el sistema de la calidad de una organización.

Debe reflejar fielmente la realidad de la empresa, permitiendo participar en su elaboración a todos los miembros de la misma. Su redacción debe ser clara y debe ser revisado constantemente para que refleje todo los cambios que se producen en la empresa y esté siempre actualizado.

Los contenidos que debe incluir son:

- Política y objetivos de calidad
- Estructura organizativa
- Organigrama
- Funciones y responsabilidades de cada miembro



En cuanto a la forma, cada página debe llevar:

- Nombre de la empresa
- Objeto
- Fecha
- Responsable
- Visado

❖ **Manual de procedimiento**

Deben aparecer con todo detalle los procedimientos que hacen posible la realización de un determinado proceso o procesos y todas aquellas actividades cuya finalidad es obtener un resultado a la vez que se concreta quién será el encargado de realizarlos.

Los procedimientos deben mostrar claramente la secuencia de operaciones entre los diferentes puestos de trabajo.

Para explicar claramente un determinado procedimiento, se podrían incluir en él los siguientes puntos o apartados:

- Objeto
- Alcance
- Descripción detallada de las acciones a realizar
- Recursos humanos y materiales asociados a cada tarea. Responsabilidades
- En muchas ocasiones es muy útil un flujoGRAMA del proceso para observar la cronología de un procedimiento
- Información de entrada y salida al proceso
- Normativa a seguir (calidad, seguridad, medio ambiente, etc)
- Controles a realizar
- Alternativas a seguir en caso de que se produzca un error
- Documentación a llenar cuando se realiza el proceso
- Definiciones necesarias

❖ **Guías**

Documentos que aportan recomendaciones o sugerencias, por lo que su cumplimiento no es obligatorio

❖ **Especificaciones**

Documentos que establecen requisitos para una actividad

❖ **Documentación de procedimientos**

Órdenes e instrucciones de trabajo, planos, etc. Que contienen la información sobre la forma de realizar una actividad

❖ **Registros**

Documentos que informan de las actividades realizadas y de los resultados obtenidos



Evaluación de un sistema de calidad

La evaluación de un sistema de gestión de la calidad puede hacerse con la realización de auditorías. Una **auditoría** es una inspección efectuada para comprobar que el sistema de calidad está en orden. Se regulan con la norma ISO 19011 que trata diferentes aspectos de las auditorías y su gestión y la cualificación de los auditores.

Los objetivos que el auditado pretende son:

- ✓ Ver si el sistema de calidad se ajusta a los requisitos marcados y es eficaz
- ✓ Registrar el sistema de calidad de la empresa
- ✓ Cumplir una determinada normativa
- ✓ Establecer relaciones comerciales con un cliente asegurando que se cumplen una serie de requisitos previos establecidos por él

Para realizar un proceso de auditoría que verifique un sistema de aseguramiento de calidad, el sistema u organización a evaluar debe haber definido, previamente, una serie de elementos, entre los que se encuentran:

- Política de calidad de la empresa
- Normativa que debe aplicarse
- Objeto y definición del alcance de la auditoría
- Información adecuada a todos los implicados
- Coordinación de la entidad auditora

Hay dos tipos de auditorías:

A. Auditorías internas

Se hacen para comprobar que los procesos se realizan según lo estipulado. Deben estar programadas de antemano por la Dirección, y esta programación debe ser conocida por todos los componentes de la empresa.

Estas actuaciones deben servir para conocer los puntos “débiles” de la empresa y poner en marcha las acciones correctivas oportunas lo antes posible.

Se realizarán periódicamente y se guardará constancia documental de los informes.

B. Auditorías externas

Son las encargadas de evaluar la eficacia de un sistema de aseguramiento de la calidad. El auditor debe pertenecer a una empresa acreditada y ser totalmente ajeno a la empresa que evalúa.

Auditor y auditado deben estar de acuerdo en el alcance de la auditoría y en el objetivo general. La auditoría debe planificarse cuidadosamente, detallando fechas, documentación, itinerarios, etc.

Posteriormente se ejecuta la auditoría y con el análisis de todos los datos recogidos se efectúa un informe que se comunica únicamente al cliente, ya que es estrictamente confidencial.



Si el informe es favorable, además de cumplir con una serie de requisitos, la empresa puede obtener algún tipo de certificación. Si por el contrario el informe es desfavorable, en el documento aparecerán los problemas detectados para que el auditado los corrija o prevenga en la medida de lo posible.

5.2.4. TÉCNICAS BÁSICAS DE CALIDAD

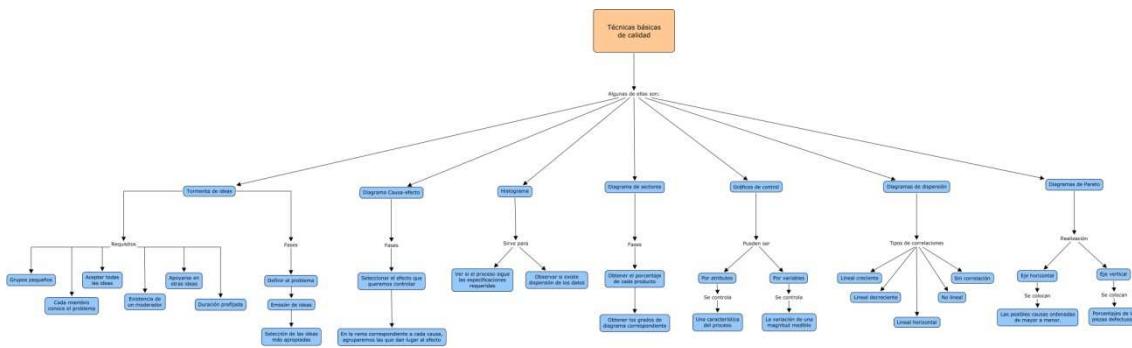


Figura 14. Esquema Técnicas básicas de calidad

Algunas de las técnicas más conocidas y usadas son las llamadas herramientas básicas de calidad, que son:

- Tormenta de ideas (brainstorming)
- Diagrama causa-efecto
- Histograma
- Diagramas de sectores
- Gráficos de control
- Diagrama de dispersión
- Diagrama de Pareto

TORMENTA DE IDEAS

Fue un método ideado en 1939. Esta técnica se desarrolla siempre en grupo e intenta estimular a cada miembro a participar sin complejos en la aportación de cuantas ideas le surjan para resolver una determinada situación.

Para que se desarrolle de la mejor forma posible, deben cumplirse una serie de requisitos:

- Grupos pequeños (3-8 personas)
- Cada miembro debe conocer y entender el problema planteado
- Aceptar todas las ideas sin criticarlas
- Existir un moderador
- Pueden emitirse ideas que se apoyen en alguna anterior
- Duración de la reunión fijada de antemano

Las fases para aplicar esta técnica son las siguientes:



1. Definir el problema de la manera mas clara posible.
2. Fase de emisión y exposición de ideas por parte de todos los participantes.
3. Finalmente se seleccionan las ideas mas apropiadas.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

Se desarrolló en 1943. Esta técnica intenta localizar fundamentalmente las causas que provocan un efecto concreto. Éstas se agrupan en bloques, y así el análisis que se puede realizar de uno de estos diagramas es más sencillo.

Los pasos a seguir son:

1. Seleccionar el efecto que queremos controlar, del cual partirán las causas que actúan sobre él, como mano de obra, materia prima, maquinaria, mercado, métodos, medio ambiente y metrología.
2. En la rama que corresponde a cada causa agruparemos las que dan lugar al efecto considerado.

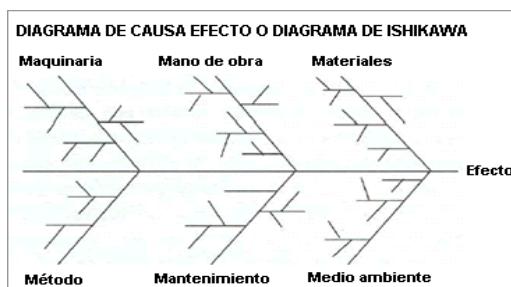


Figura 15. Diagrama causa-efecto

HISTOGRAMA

Su aparición data aproximadamente de 1833. Se utiliza para ver cómo se organizan una serie de datos y para determinar la distribución de la variable asociada a un proceso y su comportamiento.

Se representa con barras y sirve para:

- Ver si el proceso sigue las especificaciones requeridas
- Observar si existe dispersión de los datos en torno al valor deseado

A continuación vemos una serie de sencillas definiciones que nos ayudarán a entender mejor dichos indicadores.

- **Población:** todos los elementos de una determinada clase.
- **Muestra:** parte de la población que se selecciona para analizar los datos que queremos controlar
- **Media:** se llama media de una muestra al valor medio de los datos obtenidos



$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{N-1} + X_N}{N}$$

- **Recorrido o rango (R):** diferencia entre el valor mayor y el valor menor de los obtenidos en la medida de los parámetros
- **Frecuencia:** número de veces que aparece cada valor
- **Desviación típica o estándar:** distancia media de los puntos de la distribución de los valores respecto al valor medio

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Nota: Si la calculáramos de una muestra, sustituiríamos el denominador por (n-1)

Caso práctico:

Una empresa fábrica resistencias eléctricas de valor 200Ω . Han medido los valores de 100 resistencias y han obtenido los siguientes datos:

Valor de la resistencia medida (Ω)	Número de ejemplares
198	7
199	12
200	63
201	10
202	8

Cálculo de la media: $\frac{198*7+199*12+200*63+201*10+202*8}{7+12+63+10+8} = \frac{20\ 000}{100} = 200\Omega$

Cálculo del recorrido: $202 - 198 = 4\Omega$

Cálculo de la desviación típica:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(198-200)^2*7+(199-200)^2*12+(200-200)^2*63+(201-200)^2*10+(202-200)^2*8}{(7+12+63+10+8)-1}} = 0.91$$



Histograma:

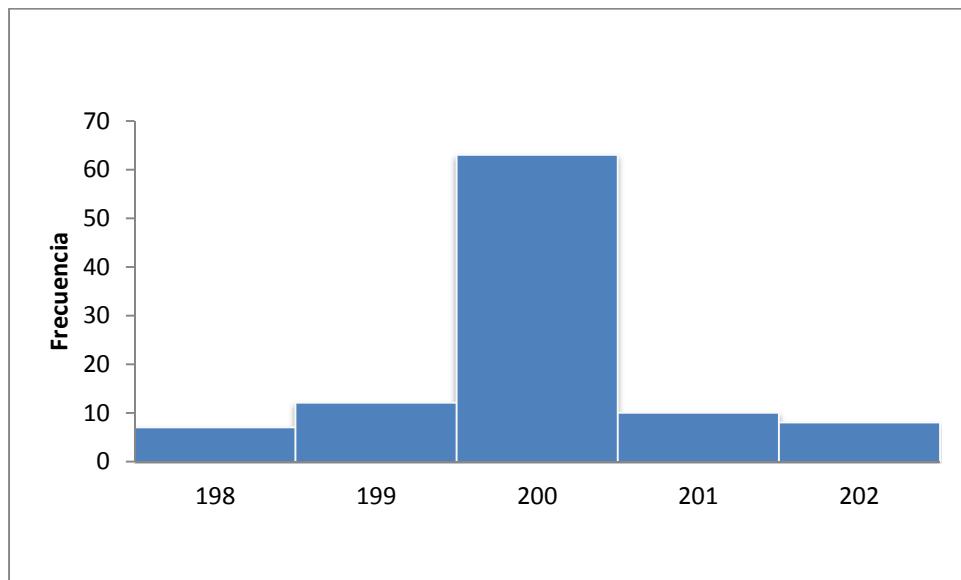


Figura 16. Histograma

DIAGRAMA DE SECTORES

Se utilizan para representar porcentajes. Su forma es circular y tiene divisiones radiales. Primero debemos obtener el porcentaje (%) correspondiente a cada producto y posteriormente obtener los grados de diagrama correspondientes a dicho producto. Para ello, realizamos una regla de tres, teniendo en cuenta que el 100% serían los 360º del diagrama.

Caso práctico:

Productos	Cantidad	Porcentaje	Grados del diagrama
Mesas	100	$(100/800)*100=12.5\%$	45º
Sillas	400	$(400/800)*100=50\%$	180º
Estanterías	200	$(200/800)*100=25\%$	90º
Banquetas	100	$(100/800)*100=12.5\%$	45º

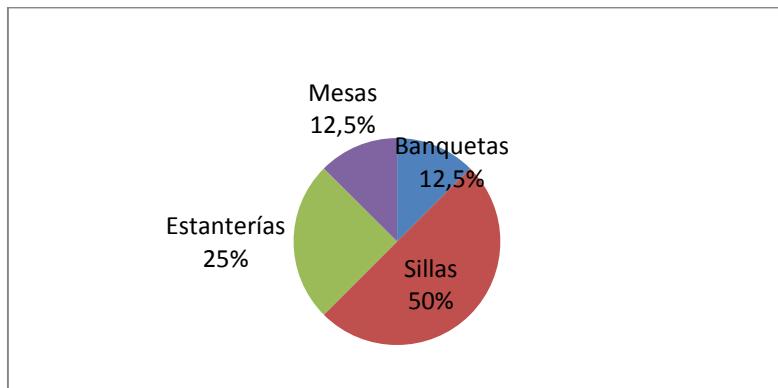
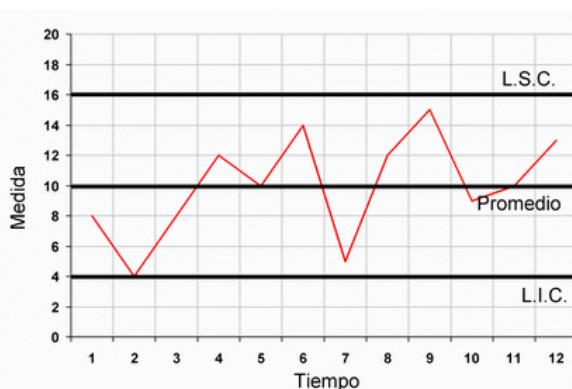


Figura 17. Diagrama de sectores

GRÁFICOS DE CONTROL

Permite comprobar si un proceso es estable en el tiempo, con relación a una variable que se desea controlar.

Para confeccionar estos gráficos se suelen marcar unos límites superiores e inferiores para el valor de la variable que no deben ser sobrepasados. Si ocurre esto, el proceso está controlado. Si por el contrario, los valores de la variable sobreponen los límites, el proceso está fuera de control.



LCS: Línea de control superior

LCI: Línea de control inferior

Figura 18. Gráfico de control

Para un proceso que sigue una distribución <>normal<> los límites se obtienen:

LCS: sumando a la media, 3 veces la desviación típica

LCI: restando a la media, 3 veces la desviación típica

Estos gráficos son de dos tipos:

- Por atributos; se controla una característica del proceso
- Por variables: se controla la variación de una magnitud medible (medidas, pesos, etc.).



DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN

Se utilizan para detectar la correlación que puede existir entre dos variables que caracterizan un proceso. En primer lugar necesitamos los datos de las dos variables cuya relación se desea identificar. A continuación se elige una de las variables para colocar sus valores en el eje horizontal y la otra se colocará en el vertical. Una vez realizados los ejes, se colocan las parejas de valores relacionados.

Según la dispersión de los puntos se puede aproximar una línea que siga la tendencia de todos ellos.

Algunos tipos de correlaciones más comunes son:

- Correlación lineal creciente: aumentan los valores de la variable A → aumentan los valores de la variable B.
- Correlación lineal decreciente: aumentan los valores de la variable A → disminuyen los valores de la variable B.
- Correlación lineal horizontal: variaciones en la variable A no producen variaciones en la variable B.
- Correlación no lineal: variaciones en la variable A producen diversas variaciones en la variable B, dependiendo donde se encuentra.
- Sin correlación: no es posible ajustar una línea que siga la tendencia de los puntos.

DIAGRAMA DE PARETO

También conocido como:

- Diagrama ABC
- Diagrama 80/20
- Diagrama 70/30

En muchos sistemas, la distribución de los efectos y sus posibles es que aproximadamente el 20% de las causas originan el 80% de los efectos. Por lo tanto, este diagrama representa el porcentaje de cada efecto para ver sobre cuáles hay que actuar con mayor rapidez.

Para realizar el gráfico, se colocan en el eje vertical los porcentajes de las piezas defectuosas (de 0 a 100) y en el horizontal las posibles causas ordenadas de mayor a menor.

Cada causa está representada por una columna de anchura constante y cuya altura corresponderá al porcentaje respectivo. Para finalizar se realiza la línea de porcentaje acumulado sumando a cada columna el porcentaje de todas las columnas situadas a su derecha.

A ésta línea de acumulado se la denomina distribución de Pareto.



5.2.5. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS APLICADAS A LA CALIDAD

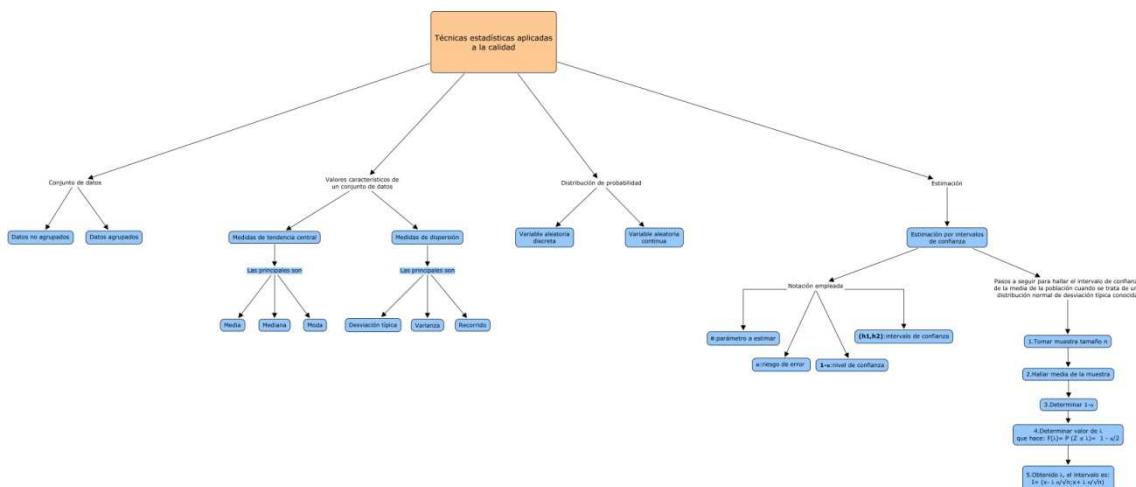


Figura 19. Esquema Técnicas estadísticas aplicadas a la calidad

Introducción.

La estadística es la ciencia que estudia los fenómenos aleatorios. Tiene aplicaciones en la mayoría de los campos, entre ellos en el marco de la calidad, que es en el que nos vamos a centrar.

Una rama de la estadística muy usada en calidad es la inferencia estadística (obtención de conclusiones basadas en datos experimentales).

Algunas normas estadísticas son:

UNE 4-070. Estadística. Vocabulario y símbolos

UNE 66045. Estimación de la medio de un lote

UNE 66056. Estimación de la razón entre las varianzas de dos lotes

Nociones de población y muestra.

Población: todos los elementos de una determinada clase. Normalmente no puede obtenerse toda esa información debido a diversos motivos, por ello, lo que se hace habitualmente es tomar un subconjunto (muestra) de la población.

Muestra: subconjunto representativo de una población, es la parte que se selecciona para analizar los datos que queremos controlar. La muestra obtenida de esta manera recibe el nombre de muestra aleatoria y su función principal es la de ser utilizada para obtener información sobre la naturaleza de la población de la cual se obtuvo la muestra. A esto se le denomina inferencia estadística.



Conjunto de datos.

Para poder aplicar las técnicas estadísticas es necesario tener datos obtenidos de mediciones, ensayos, etc. Estos datos pueden ser:

- Datos no agrupados:

La información en una encuesta, realizar medidas en un laboratorio, etc consiste en una serie de datos. Estos datos pueden ser todos distintos o aparecer repetidos y no suelen llevar un orden aparente.

- Datos agrupados:

Se parte de la información de datos no agrupados y se expresa el valor de cada dato y las veces que aparece repetido (frecuencia).

La frecuencia también suele representarse en forma de porcentaje: es la frecuencia relativa.

Agrupación de los datos por clases.

A la hora de realizar el histograma de los datos y sus frecuencias relativas se obtiene la denominada distribución de frecuencia relativa. De esta distribución y su forma se puede obtener información de cara a conocer los patrones de un conjunto de datos.

En algunas ocasiones el número de datos a analizar es muy amplio, de tal manera que se agrupan en pequeños subconjuntos denominados clases. Cada clase engloba datos comprendidos dentro de un intervalo definido por dos valores.

Valores característicos de un conjunto de datos.

La obtención del conjunto de datos suele ser el proceso más complejo y laborioso, pero esta información no sirve de nada si no se analiza convenientemente. De este análisis se obtendrán conclusiones que ayudarán en la toma de decisiones tendentes a modificar un proceso industrial, mejorar la calidad de un producto o de un proceso, etc.

El primer proceso de análisis consiste en obtener las medidas de tendencia central y de dispersión.

A. Medidas de tendencia central

Sirven para dar una idea orientativa sobre los valores de los datos contenidos en un conjunto. Las principales medidas de tendencia central son:

Media (\bar{x}): valor medio de los datos obtenidos.



Mediana: valor del dato central. Para datos no agrupados y ordenados de menor a mayor se calcula de la siguiente manera:

- Número impar de datos, la mediana es el dato central.
- Número par de datos, promedio aritmético de los 2 datos centrales.

Moda: valor de la muestra que aparece con más frecuencia

B. Medidas de dispersión

De todas las medidas de tendencia central, la media es la más usada, pero no da información de cómo están agrupados los datos, ni tampoco el resto de medidas de tendencia central. Las medidas de dispersión sí nos proporcionan información sobre cómo están agrupados dichos datos.

Por ejemplo:

1 – 2 – 3 – 4 – 5 en ambos casos la media es 3, pero en el
2.8 – 2.9- 3- 3.1- 3.2 primero los datos están más dispersos.

Las principales medidas de dispersión son:

Desviación típica (S o σ): también denominada desviación estándar.
Varianza (S² o σ²): es el cuadrado de la desviación típica.

Recorrido: diferencia entre el dato mayor y el dato menor

Ejemplo: Vamos a calcular las medidas de tendencia y de dispersión para las siguientes estaturas: **1.65 - 1.68 - 1.70 - 1.70 - 1.75 - 1.75 - 1.75 - 1.78 - 1.78 – 1.80**

$$\text{Media: } \frac{1.65+1.68+2*1.70+3*1.75+2*1.78+1.80}{1+1+2+3+2+1} = 1.734 \text{ m}$$

$$\text{Mediana: } \frac{1.75+1.75}{2} = 1.75 \text{ m (número par de datos)}$$

Moda: 1.75 m (se repite 3 veces)

Desv.típica:

$$\sqrt{\frac{(1.65-1.734)^2+(1.68-1.734)^2+2*(1.7-1.734)^2+3*(1.75-1.734)^2+2*(1.78-1.734)^2+(1.8-1.734)^2}{(1+1+2+3+2+1)-1}} = 0.049 \text{ m}$$

$$\text{Varianza: } 0.049^2 = 2.4*10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{Recorrido: } 1.80 - 1.65 = 0.15 \text{ m}$$



Distribución de probabilidad.

La estadística nos proporciona una herramienta muy potente para poder trabajar con los casos en los que se conoce solo el comportamiento pero no el valor preciso: se trata de las variables aleatorias.

Variable aleatoria es la función que asigna una probabilidad de ocurrencia a unos sucesos. Cada variable aleatoria responde a un tipo de distribución de probabilidad.

Para conjuntos de valores que pueden ser enumerados uno a uno las variables aleatorias se denominan discretas, y para los valores que varían de forma continua se llaman continuas. Éstas últimas son las más usadas en calidad.

A. Variable aleatoria continua

En los casos en los que el tipo de dato a estudiar varía de forma continua, como opción más adecuada frente al histograma, tenemos la representación por medio de una función tipo $y = f(x)$.

A $f(x)$ se la denomina función de densidad de probabilidad y el área total bajo la función, equivale al 100% de la probabilidad.

Para evitar complejas operaciones matemáticas que conduzcan a la obtención de la superficie buscada se utiliza la llamada función de densidad acumulada $F(x)$, cuya expresión es:

$$F(x) = P(X \leq x)$$

$$P(a \leq X \leq b) = F(b) - F(a)$$

La **distribución normal** es la más importante y la de mayor uso entre todas las distribuciones continuas. También la más usada en calidad.

La curva es simétrica y con forma de campana y se extiende sin límite desde menos infinito a más infinito en el eje x. También se conoce como campana de Gauss.

Su función de densidad de probabilidad es la siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{\left[\frac{-1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]}$$

Para:

$$-\infty < x < \infty$$

$$-\infty < \mu < \infty$$

$$0 < \sigma$$



Los parámetros que definen la distribución normal son μ y σ ; conociendo su valor queda totalmente definida la forma de la curva. Además coinciden, respectivamente, con la media y la desviación típica de la propia normal. La función normal se suele indicar así: $N(\mu, \sigma)$, es decir, normal, de media μ y desviación típica σ .

El valor de μ indica la posición del eje de la campana

El valor de σ indica la abertura de la campana en torno al eje de simetría.

Si σ es pequeño, la campana estará agrupada en torno a su eje de simetría y, si σ es grande, la campana será más abierta, estará menos agrupada en torno a su eje de simetría.

La distribución normal está tabulada para $\mu=0$ y $\sigma=1$, es decir, para la normal $N(0,1)$ ésta es la llamada **normal estándar**. Por ejemplo:

Área comprendida entre $(-\sigma, \sigma)$ corresponde a $(-1,1)$ para $N(0,1) \rightarrow$

$$F(1)-F(-1)=0.8413-0.1587=0.6826$$

(en las tablas de la normal, expresado en porcentaje es 68.26%)

Área comprendida entre $(-2\sigma, 2\sigma)$ corresponde a $(-2,2)$ para $N(0,1) \rightarrow$

$$F(2)-F(-2)=0.9772-0.0228=0.9544$$

(en las tablas de la normal, expresado en porcentaje es 95.44%)

Área comprendida entre $(-3\sigma, 3\sigma)$ corresponde a $(-3,3)$ para $N(0,1) \rightarrow$

$$F(3)-F(-3)=0.9987-0.0013=0.9974$$

(en las tablas de la normal, expresado en porcentaje es 99.74%)

Área comprendida entre $(-4\sigma, 4\sigma)$ corresponde a $(-4,4)$ para $N(0,1) \rightarrow$

$$F(4)-F(-4)=0.9999$$

(en las tablas de la normal, expresado en porcentaje es 99.99%)



Ahora bien, si la normal es distinta a la $N(0,1)$, éstas no están tabuladas pero podemos aprovechar las tablas para obtenerlas. Si se tiene una curva normal con $\mu \neq 0$ y/o $\sigma \neq 1$, como suele ser habitual, se puede hacer el siguiente cambio:

$$P(X \leq x) = P\left(Z \leq \frac{x-\mu}{\sigma}\right)$$

$$P(a \leq X \leq b) = P\left(\frac{a-\mu}{\sigma} \leq z \leq \frac{b-\mu}{\sigma}\right)$$

con $Z=N(0,1)$ y $X=N(\mu,\sigma) \neq N(0,1)$ para cualquier $\{\mu,\sigma\}$

Ejemplo: Sea la curva normal $N(100,10)$; se desea hallar la probabilidad de que x tome un valor entre 90 y 110.

1. Se transforma el primer punto: $z = \frac{90-100}{10} = -1$
2. Se transforma el segundo punto: $z = \frac{110-100}{10} = 1$
3. Se busca en la tabla de la normal la probabilidad asociada a (-1,1), que es
 $F(1) - F(-1) = 0.8413 - 0.1587 = 0.6826 \rightarrow 68.26\%$

Estimación.

Una de las principales aplicaciones de la estadística es la de identificar, con una aproximación tan buena como se desee, parámetros de una población, principalmente su media y desviación típica.

La única forma de conocer exactamente un parámetro de una población sería muestrear todos sus individuos, pero esto normalmente no puede hacerse. Lo que sí se toma es una muestra aleatoria de esa población. Esta estimación a partir de la muestra recibe el nombre de estimador. La estadística nos permite afirmar que en un intervalo en torno a ese estimador se hallará el valor real del parámetro de la población con una probabilidad determinada; a esa probabilidad se le da el nombre de nivel de confianza.

Al intervalo donde se espera que se encuentre el parámetro de la población se lo denomina intervalo de confianza.

A. Estimación por intervalos de confianza.

La notación que se emplea es la siguiente:

θ parámetro a estimar

α riesgo de error (fijado de antemano)

$1-\alpha$ nivel de confianza

(h_1, h_2) intervalo de confianza



El problema planteado consiste en hallar los valores (h_1, h_2) que hacen que la probabilidad de que θ se encuentre entre ellos sea $1-\alpha$, es decir:

$$P(h_1 < \theta < h_2) = 1-\alpha$$

El intervalo depende del tipo de parámetro a estimar, de la distribución de la población y de los datos que de ella se conocen.

A continuación se da el método de un caso muy habitual donde se trata de hallar el intervalo de confianza de la media de la población cuando se trata de una distribución normal de desviación típica conocida.

Intervalos de confianza para la media poblacional μ cuando se muestrea una distribución normal con desviación típica σ conocida.

Objetivo: hay que hallar un intervalo $I = (h_1, h_2)$ donde se encuentre la media de la población y no se asuma un riesgo mayor que (α lo que es lo mismo, con un nivel de confianza de $1-\alpha$). El proceso que sigue es:

1. Se toma una muestra tamaño n
2. Se halla la media de esa muestra
3. Se determina $1 - \frac{\alpha}{2}$
4. Se determina el valor de λ que hace
 $F(\lambda) = P(Z \leq \lambda) = 1 - \frac{\alpha}{2}$ Con $N(0,1)$ buscado en tablas
5. Obtenido λ , el intervalo es:

$$I = \left(\bar{x} - \lambda \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \bar{x} + \lambda \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Los valores del intervalo dependen del tamaño de la muestra, de manera que a mayor cantidad de elementos en la muestra (n) menor será el intervalo para un nivel de confianza dado.

Para valores de intervalo fijos, aumentando n aumenta el nivel de confianza.

Caso práctico:

Una empresa fabrica un tipo de componente eléctrico cuya duración tiene una distribución normal con desviación típica $\sigma = 200$. Se toma una muestra de 36 componentes. Se ensayan y dan una vida media de 7000 horas.

Halla el intervalo de confianza al 99% de la media de duración de todos los componentes fabricados.



Solución

$$\sigma = 200$$

Con estos datos, ahora debemos encontrar el valor que

$$n = 36$$

hace que la función de distribución acumulada de la

$$x = 7000$$

normal valga 0.995; es decir, $F(\lambda) = 0.995$. Buscando

$$1 - \alpha = 0.99$$

en la tabla se ve que esto se cumple para $\lambda = 2.57$

$$\alpha = 0.01$$

Por tanto el intervalo de confianza al 99% será:

$$1 - \frac{\alpha}{2} = 0.995$$

$$I = \left(x - \lambda \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; x + \lambda \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Sustituyendo en I:

$$I = \left(7000 - 2.57 \frac{200}{\sqrt{36}}; 7000 + 2.57 \frac{200}{\sqrt{36}} \right); I = (6914.34; 7085.66)$$

Hay un 99% de posibilidades de que la media de la población pertenezca a ese intervalo.

5.2.6. COSTES DE LA MALA CALIDAD

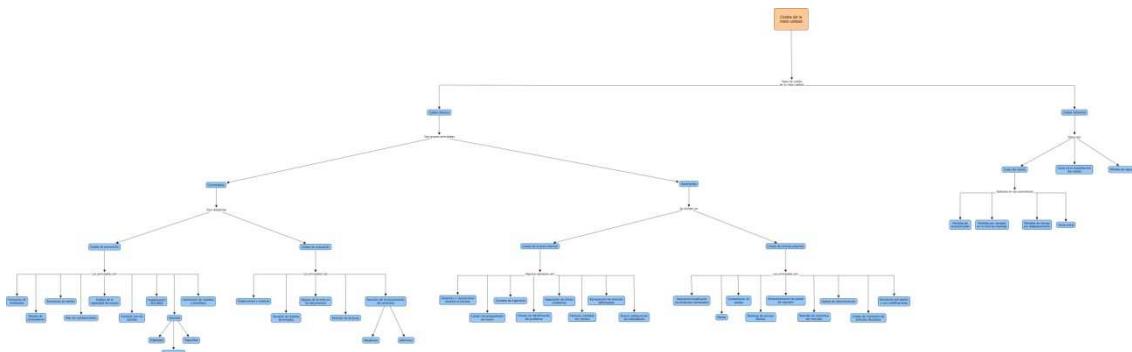


Figura 20. Esquema Costes de la mala calidad

Son los que desaparecerían si siempre se realizase cada tarea sin deficiencias.

En la vida real, las personas cometen errores, las máquinas no funcionan bien, se averían, los componentes se deterioran, etc. Por lo tanto, hace falta planificar para prevenir problemas, comprobar, inspeccionar y buscar errores, solucionar los encontrados, etc. Todo esto lleva un coste asociado, que es el denominado coste de la mala calidad.



Dónde se producen los costes de mala calidad

Todos los departamentos de una empresa están orientados a la consecución del producto o servicio final, por tanto, cualquier coste de la mala calidad en que incurran deberá ser considerado, sea cual sea el departamento en el que se produce. También hay que aplicar el coste de la mala calidad al impacto que los errores producen sobre el cliente: no sólo el coste de reposición del producto averiado, sino las consecuencias que el error puede acarrearle.

Tipos de costes de la mala calidad

Estos costes se engloban en dos categorías:

- Costes directos
Perfectamente cuantificados y aparecen directamente en la cuenta de resultados de la empresa
- Costes indirectos
Están ocultos. No aparecen de forma explícita en la cuenta de resultados

Conveniencia de usar la técnica de evaluación de los costes de la mala calidad

Esta técnica consiste en cuantificar el coste que la mala calidad supone a la empresa. Esto permite conocer las consecuencias de los errores en términos económicos, que, en última medida, es el lenguaje que la alta dirección de una empresa entiende.

La evaluación de los costes de la mala calidad no resuelve por sí misma los problemas de calidad, pero ayuda a saber dónde actuar primero para resolver el problema.

El coste directo de la mala calidad

Se pueden dividir en dos grupos principales.

1. Controlables

La Dirección decide cuánto dinero dedicar a ellos. Se dividen en dos categorías:

Costes de prevención: gastos realizados por la empresa para prevenir la aparición de errores, para intentar que las personas y las máquinas trabajen bien todas las veces.

Los principales costes de prevención son:

- ✓ Formación de los empleados, cursillos
- ✓ Estudio de proveedores
- ✓ Revisiones del diseño
- ✓ Plan de mantenimiento
- ✓ Análisis de la capacidad del equipo
- ✓ Contacto con los clientes para conocer sus expectativas
- ✓ Generación de modelos y prototipos



- ✓ Implantación de la ISO 9000
- ✓ Estudios de fiabilidad, mantenimiento y seguridad

Las inversiones realizadas en prevención suelen ser muy rentables, ya que cuanto más dinero se dedica a prevenir la aparición de errores, menos surgen.

Costes de evaluación: costes resultantes de la búsqueda de errores.

Los principales son:

- ✓ Inspecciones y ensayos
- ✓ Revisión de diseños terminados
- ✓ Repaso de errores en los documentos
- ✓ Revisión de facturas
- ✓ Revisión del funcionamiento de conjuntos mecánicos o eléctrico

El esfuerzo y dinero empleado en evaluación, no va a afectar al número de errores existentes. Pero aunque el número de errores es independiente del coste de evaluación, el coste de los errores no lo es, ya que, cuanto más tarde se detectan éstos, más caros son de subsanar. Por lo que es de suponer que un coste de evaluación alto, detectará los errores al principio, cuando menos cuesta subsanarlos.

2. Resultantes

Son el resultado de tener que arreglar los defectos. Se dividen en:

Costes de errores internos: los errores se detectan antes de que el producto llegue al cliente.

Algunos ejemplos son:

- ✓ Desechos y reparaciones durante el proceso
- ✓ Cartas mecanografiadas de nuevo debido a errores ortográficos
- ✓ Cambios en ingeniería
- ✓ Coste del tiempo necesario para identificar el problema
- ✓ Reparación de dichos problemas
- ✓ Facturas cobradas con retraso
- ✓ Reinspección de artículos defectuosos
- ✓ Nueva configuración de ordenadores

Costes de errores externos: los fallos se localizan después de que el producto llegue al cliente.

Los principales errores de este tipo son:

- ✓ Reparación o sustitución de productos rechazados por el cliente
- ✓ Pleitos
- ✓ Contestación de quejas
- ✓ Nóminas de servicio técnico
- ✓ Almacenamiento de piezas de repuesto para atender reparaciones
- ✓ Retirada de productos de mercados



- ✓ Gastos de administración relacionados con las quejas de clientes
- ✓ Costes derivados del transporte de los artículos devueltos
- ✓ Revisiones del diseño y modificaciones posteriores del mismo

Costes indirectos de la mala calidad

Estos costes indirectos son fundamentalmente:

- a) El coste del cliente: es el coste que tiene que soportar el cliente debido a la aparición de defectos en los suministros de sus proveedores. Entre los que se encuentran:
 - Pérdidas de productividad
 - Pérdidas por paradas de líneas de montaje
 - Pérdidas de tiempo por desplazamientos
 - Horas extras para recuperar la producción perdida o retrasada
- b) El coste de la insatisfacción del cliente: representa los ingresos perdidos debido a que el cliente no está satisfecho con la calidad del producto y no lo compra.
- c) La pérdida de reputación: representa el dinero que la empresa deja de ingresar debido a una mala reputación en el mercado.

Ventajas de la evaluación de los costes de la mala calidad

Es importante que las empresas instauren y manejen un sistema de evaluación de los costes que ocasiona la mala calidad. Con dicho sistema podrán conocer datos de estos costes, detectar dónde se está perdiendo más dinero y por qué.

5.2.7. HERRAMIENTAS AVANZADAS DE CALIDAD

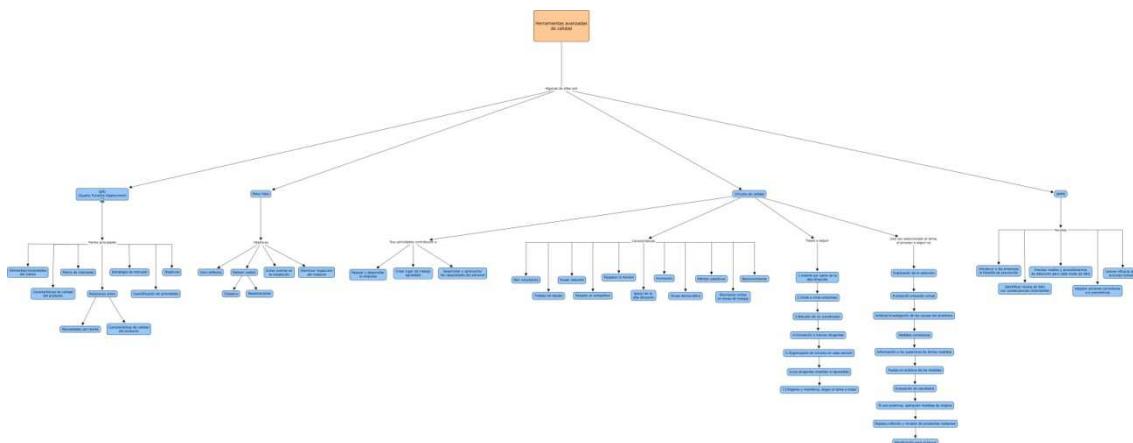


Figura 20. Esquema Herramientas avanzadas de calidad

Las técnicas expuestas a continuación están íntimamente relacionadas con la política de calidad de la empresa; son algo más que simples herramientas ya que forman parte de la filosofía de cada compañía.



Para su aplicación recurren a las técnicas básicas vistas anteriormente, por lo que es imprescindible el conocimiento de éstas.

QFD

El despliegue funcional de la calidad (DFC) o *Quality Function Deployment* (QFD) es una de las metodologías más prácticas y útiles para traducir las necesidades y exigencias del cliente en características del producto en desarrollo. Su finalidad es interpretar y traducir las opiniones del mercado a un lenguaje más técnico, sin perder los matices implicados y permitiendo definir un punto de partida del diseño preciso.

El QFD se aplica en las diferentes fases de creación, aunque es en esta etapa inicial cuando principalmente se hace uso de ella. No obstante, se trata de una herramienta global orientable a diferentes necesidades que se puede aprovechar como técnica de mejora continua de la calidad.

La herramienta fundamental de la metodología QFD es la casa de la calidad. Su nombre guarda relación con la estructura o forma de la misma, la cual se compone por diversas matrices. La relación y ponderación entre estas permiten llevar a cabo el desarrollo completo de la herramienta, realizando la evaluación y transformación de los requerimientos de entrada en las características técnicas de diseño. Para la elaboración de la casa de la calidad es necesario personal técnico especializado además de la participación de diferentes áreas y departamentos (marketing, producción, calidad, etc.). El grupo de trabajo que la lleve a cabo debe estar formado por entre 5 y 8 personas, y encontrarse liderado por un moderador con amplios conocimientos sobre la metodología utilizada.

Poka-yoke

Un *poka yoke* es cualquier mecanismo que ayuda al operario a prevenir los errores en su trabajo o el que los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y los corrija a tiempo. Igualmente, puede aplicarse fuera del ámbito industrial a cualquier diseño que impida no solo un mal montaje del producto, sino una utilización incorrecta del mismo.

Deben ser sencillos, como por ejemplo, un sistema para evitar la colocación de una pieza que no corresponde, o un mal posicionamiento, pudiéndose implementar directamente en el puesto de montaje o venir implícitos en el propio diseño de la pieza, de manera que se imposibilita de raíz la generación del error. También se llaman métodos a prueba de errores.

Los objetivos de un método *poka yoke* son los siguientes:

- Asegurar los requerimientos de calidad del cliente, cero defectos.
- Reducir los costes de chatarra y reoperaciones para el material defectuoso, ya que el fallo no se llega a producir.
- Evitar cualquier avería en la instalación.
- Disminuir la inspección del material.



Círculos de calidad

Sistema mediante el cual grupos de trabajadores se reúnen para realizar sugerencias y resolver problemas relacionados con aspectos del trabajo. Sus actividades contribuyen a:

- Mejorar y desarrollar la empresa
- Crear un lugar de trabajo agradable
- Desarrollar y aprovechar al máximo las capacidades del personal

Las características de los círculos de calidad son:

- | | |
|------------------------------|--|
| - Son voluntarios | - Formación |
| - Trabajo en equipo | - Grupo democrático |
| - Respeto al compañero | - Méritos colectivos |
| - Grupo reducido | - Reuniones cortas y en horas de trabajo |
| - Respetar el horario | - Reconocimiento |
| - Apoyo de la alta dirección | |

Estos círculos nacieron en Japón, donde el concepto de empresa que tienen los trabajadores es diferente al que existe en Occidente. Por lo tanto, para implantar los círculos de calidad en Occidente, debían apoyarse en:

- Reuniones incluidas en el horario laboral
- Compensaciones económicas si se conseguían logros
- Propuesta por parte de la Dirección

Para iniciar un círculo de calidad, los pasos a seguir son los siguientes:

1. Debe estar interesada la alta dirección
2. Los directivos, mandos intermedios y futuros dirigentes de círculos deben visitar otras empresas donde ya estén implantados
3. Elección de una persona encargada de promover los círculos: coordinador
4. La empresa dará formación a los futuros dirigentes en círculos
5. Los dirigentes, una vez formados, organizan en sus secciones los distintos círculos
6. Preferible que los supervisores actúen como dirigentes al principio
7. Los dirigentes enseñan a los demás miembros lo que han aprendido
8. El dirigente y todos los miembros decidirán el tema de mutuo acuerdo

Cuando ya se ha decidido el asunto a tratar, el círculo de calidad desarrolla el siguiente proceso:

- Explica por qué se ha elegido ese tema, que suele ser un problema del trabajo
- Evalúa la situación actual
- Analiza e investiga las causas del problema
- Establece medidas correctoras
- Informa a los superiores de las medidas correctoras
- Pone estas medidas en práctica si se consideran oportunas



- Evalúa los resultados
- Si éstos son positivos, aplica sistemáticamente las medidas de mejora
- Repasa, reflexiona y revisa los problemas restantes
- Planifica para el futuro

En la empresa debe haber una persona responsable del buen funcionamiento de los círculos y que tenga una experiencia en éstos, que se llamará coordinador. Sus principales tareas serán:

- Promover la iniciación y el seguimiento de los círculos de calidad
- Establecer un órgano consultor de los líderes de los círculos de calidad

Habrá otra persona que será el líder del círculo, y que sus principales funciones a desempeñar son:

- Dirigir la reunión de su círculo
- Orientar a los miembros del círculo
- Formar a los miembros en técnicas específicas
- Infundir el espíritu de equipo en el círculo
- Informar al coordinador
- Efectuar la proposición de proyectos a la Dirección

Es bueno que el cargo sea rotativo. En una reunión, el líder debe:

- Encauzar el tema
- Animara todos a participar
- Felicitar por las buenas ideas
- Evitar que alguien monopolice la reunión
- Resumir los acuerdos

La Dirección debe reconocer el esfuerzo y los logros alcanzados por cada círculo, y para ello existen muchas maneras de realizarlo:

- Publicación de resultados
- Presentación de los logros a la Dirección
- Reconocimiento público
- Viajes. Comidas. Cursos. Regalos
- Visitar a otras empresas
- Dinero



AMFE

El AMFE es una de las técnicas más avanzadas de prevención que se puede aplicar en distintos ámbitos de la empresa y que permite reconocer, priorizar y actuar sobre las causas del fallo del producto en su etapa de diseño o proceso de fabricación.

Es además un método de clasificación de las diferentes partes del proceso, de los modos de fallo para cada elemento o parte del proceso, y de los efectos de los fallos sobre los equipos de la planta y sobre el producto final. El modo de fallo es, simplemente, una descripción de la causa por la cual el proceso falla; el efecto es el accidente o respuesta del producto al fallo.

Concluyendo, se puede decir que el AMFE presenta las siguientes ventajas, ya que permite:

- Introducir a las empresas la filosofía de la prevención.
- Identificar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, etc.
- Precisar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección.
- Adoptar acciones correctoras y/o preventivas, de forma que se supriman las causas de fallo del producto en diseño o proceso.
- Valorar la eficacia de las acciones tomadas y ayudar a documentar el diseño o proceso.



6. Conclusiones

Las conclusiones que pueden sacarse de este proyecto son:

1. A través de este curso cero, hemos conseguido que los alumnos adquieran unos conocimientos básicos, los cuales les faciliten la comprensión de ambas asignaturas.
2. Con la realización de los mapas conceptuales adjuntados al temario, logramos que a los alumnos les sea más sencillo localizar los términos que deseen, de un primer vistazo.
3. Con la introducción de casos prácticos resueltos en este trabajo, conseguimos que los alumnos no sólo vean la parte teórica, sino que puedan también resolverlos por sí mismos y, de esta manera, entiendan de una manera más clara las asignaturas.
4. Con la realización de este proyecto he podido profundizar más en los temas de logística y calidad. Gracias a ello, he podido ampliar los conocimientos que había adquirido en la carrera.

7. Bibliografía

- Ferrín Gutiérrez, Arturo. *Gestión de stocks*
- Díaz, Adenso y María José Álvarez y Pilar González. *Logística inversa y medio ambiente*
- Royo Sánchez, Jesús A. *Planificación y gestión de la producción*
- Val, Sonia y Jesús Valtueña. *Calidad*
- Ponce, Eva y Bernardo Prida. *La logística de aprovisionamientos para la integración de la cadena de suministros*
- Manual de Logística y distribución
- Grau Dosaigues, Alberto y Juan Escriu. *Organización del almacén*
- Cubero, Juan José. *Ingeniería de la calidad y normalización industrial*
- www.wikipedia.org
- www.aenor.es